

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

**ESTUDIO ANATÓMICO TOPOGRÁFICO Y FASCICULAR DEL NERVIO
RADIAL EN EL HUMANO**

DIRECTOR.

ALBERTO ISLA GUERRERO

TESIS DOCTORAL.

RUBEN FERNANDEZ GARCIA-GUILARTE

2009

DIRECTOR: Don **ALBERTO ISLA GUERRERO**, Profesor Asociado de Neurocirugía de la Universidad Autónoma de Madrid

CERTIFICA: que la Tesis Doctoral “Estudio Anatómico Topográfico y Fascicular del Nervio Radial en el Humano” ha sido llevada bajo mi dirección por Don **RUBÉN FERNÁNDEZ GARCÍA-GUILARTE**. Una vez redactada, la presente memoria ha sido revisada por el que suscribe, encontrándose apta para ser presentada y defendida ante el Tribunal que en su día se designe.

Y para que conste donde proceda, firmo el presente certificado en Madrid a 8 de Mayo de 2009.

Fdo. Dr. D. Alberto Isla Guerrero

A mis padres,

cuyo estímulo permanente en mi
formación culminó en la realización
de este trabajo.

A mi novia,

por su cariño, admiración e
incentivación desde siempre.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis doctoral es fruto de muchas horas de trabajo en las salas de disección del Departamento de Anatomía. Ni qué decir tiene que esto no hubiera sido posible sin la colaboración de los miembros del mismo, así como el entendimiento del elevado número de cadáveres que se requería. A todos ellos les dedico mi más sincero cariño, admiración y agradecimiento:

Al Dr. Alberto Isla en primer lugar, director de esta tesis, por el empeño que me ha transmitido desde que le conocí. Mi admiración por su devoción a lo académico y a la ciencia, no es susceptible de describirse por palabras. Su inestimable apoyo y la oportunidad concedida para la realización de esta tesis nunca serán susceptibles de olvido.

Al Dr. Ignacio García-Alonso, particular amigo y director de mis primeros trabajos de investigación y suficiencia investigadora, por el cariño y devoción que me dedicó en mis primeros años. Por despertar en mi el afán de la investigación.

A Andrés, por haber hecho mi trabajo aun más fácil, por la plena disposición en la facilitación de cadáveres, ... por estar siempre a mi lado en la sala de disección. Su capacidad indiscutible fue decisiva en la elaboración de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Rosario Madero, Charo, especialista en Estadística del Hospital Universitario La Paz, por la atención y el rigor científico en el análisis estadístico de este trabajo.

A mis compañeros del Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario La Paz, por su apoyo en mis años de residencia y por los conocimientos transmitidos en mi formación como cirujano plástico.

A mi novia, Kala, mi mejor amiga, por el amor incondicional y sincero y por su admiración cuando esta tesis se empezó a elaborar.

Y cómo no, a mis padres por el ejemplo e intención continua de alcanzar lo máximo durante mi formación, por la insistencia en la perfección.

ÍNDICE

ÍNDICE	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	27
1.1. ANATOMÍA	28
1.1.1. Ramas del nervio radial	39
1.2. LESIONES DE LAS RAMAS TERMINALES DEL PLEXO BRAQUIAL-NERVIO RADIAL	45
1.2.1. Lesiones del plexo braquial	46
1.2.2. Síndromes compresivos cerrados	53
1.2.2.1. Nervio radial superficial	55
1.2.2.2. Síndrome del nervio interóseo posterior	56
1.2.2.3. Síndrome del túnel radial	58
1.2.2.4. Parálisis del sábado noche	59
1.2.3. Fracturas del húmero y parálisis radial	60
1.2.4. Tumores e inflamaciones	65
1.3. PATOFISIOLOGÍA DEL DAÑO NERVIOSO	67
1.3.1. Anatomía	67
1.3.1.1. Topografía neural	67
1.3.1.2. Respuesta básica del daño nervioso	69
1.3.1.1. Receptores distales	70

1.4. REPARACIÓN NERVIOSA, INJERTO Y TRANSFERENCIA NERVIOSA	70
1.4.1. Procedimientos	70
1.4.2. Principios de reparación nerviosa	74
1.4.2.1. Técnicas de reparación nerviosa	75
1.4.2.2. Histoquímica	76
1.4.2.3. Estimulación electrofisiológica	76
1.4.3. Transferencias nerviosas para reconstruir el nervio radial	78
2. OBJETIVOS	79
3. MATERIAL Y MÉTODOS	81
3.1. MATERIAL	82
3.2. TÉCNICA DE DISECCIÓN	82
3.3. DISECCIONES DEL NERVIO RADIAL EN EL CADÁVER	91
3.4. MEDICIONES REALIZADAS EN LOS 50 MIEMBROS SUPERIORES DISECADOS	190
4. RESULTADOS	199
4.1. DISTANCIA HÚMERO-BIFURCACIÓN NERVIO RADIAL	203
4.2. DISTANCIA HÚMERO-ARTICULACIÓN CODO	205
4.3. DISTANCIA HÚMERO-INTERCONEXIONES EN TERCIO DISTAL BRAZO	207
4.4. POSICIÓN FIBRAS SENSITIVAS-MOTORAS DEL NERVIO RADIAL A NIVEL DEL BRAZO	211

5. DISCUSIÓN	219
6. CONCLUSIONES	229
7. RESUMEN	232
8. BIBLIOGRAFÍA	237

ABREVIATURAS

ABREVIATURAS

ACE	Nervio Antebraquial Cutáneo Externo
ADM	Músculo Abductor Digiti Minimi
AINE	Antiinflamatorio No Esteroideo
BR	Músculo Braquioradialis
ECRB	Músculo Extensor Carpi Radialis Brevis
ECRL	Músculo Extensor Carpi Radialis Longus
ECU	Músculo Extensor Carpi Ulnaris
EPB	Músculo Extensor Pollicis Brevis
EPL	Músculo Extensor Pollicis Longus
FCR	Músculo Flexor Carpi Radialis
FPL	Músculo Flexor Pollicis Longus
MF	Articulación Metacarpo-Falángica
MH	Cabeza Medial del Músculo Tríceps (Triceps Medial Head)
LoH	Cabeza Larga del Músculo Tríceps (Triceps Long Head)
LoHM	Rama Motora de la Cabeza Larga (Long Head Motor Branch)
LoLaHM	Rama Motora de la Cabeza Lateral Inferior (Lower Lateral Head Motor Branch)
LaH	Cabeza Lateral del Músculo Tríceps (Triceps Lateral Head)
LMHM	Rama Motora de la Cabeza Medial Inferior (Lower Medial Head Motor Branch)

PCF	Nervio Cutáneo Posterior del Antebrazo (Posterior Cutaneous Nerve of the Forearm)
RN	Nervio Radial (Radial Nerve)
RSNR	Ramo Sensitivo del Nervio Radial (Radial Sensitive Nerve Ramus)
TM	Músculo Teres Mayor o Redondo Mayor
ULaHM	Rama Motora de la Cabeza Superior Lateral (Upper Lateral Head Motor Branch)
UMHM	Rama Motora de la Cabeza Superior Medial (Upper Medial Head Motor Branch)

LISTADO DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1.	Principales nervios donantes en las transferencias nerviosas y el número de axones mielinizados tomado de <i>Malessy</i> 71
Tabla 2.	Graduación de la fuerza muscular. 73
Tabla 3.	Mediciones realizadas en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados. 191
Tabla 4.	Situación de fibras sensitivas en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados. 194
Tabla 5.	Situación de fibras motoras en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados. 196
Tabla 6.	Recogida de datos. 200
Tabla 7.	Descriptiva; valores anatómicos descriptivos en función de mediciones realizadas. 209
Tabla 8.	Análisis estadístico según t-Student. 210
Tabla 9.	Valoración de la correlación para muestras pareadas. 210
Tabla 10.	Situación topográfica de los distintos ramos nerviosos sensitivos. 211
Tabla 11.	Situación topográfica de los distintos ramos nerviosos motores. 214

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Anatomía del Plexo Braquial según <i>Belzberg</i> .	30
Figura 2. Nervios del Miembro Superior según <i>Netter</i> .	31
Figura 3. Visión anterior de la axila con los subsiguientes nervios que nacen del cordón posterior.	
Figura 4. Representación esquemática de la inervación del músculo tríceps tras la salida del nervio radial del triángulo humerotricipital.	32
Figura 5. Representación en disección en cadáver (brazo izquierdo) de la inervación del músculo tríceps.	33
Figura 6. Preparación anatómica en que se evidencia el trazado de la espiral en el dorso del húmero.	34
Figura 7. Ilustración del recorrido del nervio radial.	36
Figura 8. Ramas nerviosas y vasculares del nervio y arteria radiales.	41
Figura 9. Emergencia de la rama sensitiva entre BR y ECRL cubierta por la fascia intertendinosa.	44
Figura 10. Bifurcación de la rama sensitiva del nervio radial.	44
Figura 11. Imagen preoperatoria de un caso de parálisis radial.	47
Figura 12. Imagen postoperatoria de un caso de parálisis radial.	47
Figura 13. Esquema del Plexo Braquial tomado de Atlas of Human Anatomy por <i>F. Netter</i> .	48
Figura 14. Mecanismos de lesión a nivel de la raíz nerviosa en traumatismos del plexo braquial: A) morfología normal. Al ejercer una tracción sobre la raíz, se puede producir B) Avulsión, C) Estiramiento, C) Ruptura.	50
Figura 15. Parálisis radial alta: mano péndula. Articulaciones metacarpofalángicas en extensión por efecto tenodesis.	51
Figura 16. Parálisis radial baja. Dorsiflexión del carpo en	52

	desviación radial por el ECRL no neutralizada por el ECU.	
Figura 17.	Patrones de debilidad muscular en caso de afectación de plexo infraclavicular.	52
Figura 18.	La afectación del nervio radial a nivel del brazo superior causa parálisis del Triceps, ECRB y EPL. La afectación del nervio interóseo posterior a nivel del músculo Supinador, arcada de Frohse, síndrome del túnel radial causa paresia del músculo ECU.	53
Figura 19.	Múltiples lugares de compresión nerviosa en la misma extremidad pueden acumulativamente comprimir el nervio hasta el punto de producir sintomatología.	55
Figura 20.	Típica actitud de la mano en caso de una parálisis de nervio interóseo posterior.	57
Figura 21.	Visión de la arcada de Frohse en cadáver.	58
Figura 22.	Anatomía quirúrgica de la corredera radial.	60
Figura 23.	Dibujo esquemático con medidas indicadoras de la relación del nervio radial con los señales óseas.	61
Figura 24.	Cortes de miembros superiores mostrándose la íntima relación del nervio radial con el aspecto lateral del húmero. A) Corte a nivel proximal de la metáfisis lateral. B) Corte a nivel de la metáfisis lateral.	62
Figura 25.	Imagen que muestra la afectación del nervio en un caso de fractura humeral.	63
Figura 26.	Fracturas de húmero con conminución y acortamiento. Riesgo de atropamiento en el foco durante maniobras de reducción.	64
Figura 27.	Parálisis radial. Revisión quirúrgica.	65
Figura 28.	Reconstrucción clásica de Sunderland de la topografía interna de un nervio periférico con marcada formación de plexos.	67
Figura 29.	Disección en cadáver que demuestra los fascículos del	68

	nervio mediano en la mano. Una visión más cercana permite ver la topografía intraneural proximal al codo.	
Figura 30.	Diagrama esquemático de la respuesta neural a una axotomía. (A) Apariencia normal del cuerpo celular neural tras un corte de un solo axón. El tejido muscular parece normal. (B) Cromatosis por excentricidad nuclear, hinchazón nucleolar o disolución de los cuerpos de Nissl. Empieza el proceso de degeneración Valeriana. (C) Evidencia histológica de la cromatolisis. Mayor atrofia en el músculo diano. (D) La apariencia histológica del cuerpo celular vuelve a ser normal con el paso del tiempo. Reinervación exitosa del músculo parcialmente fibrosado.	69
Figura 31.	Simulación que refleja la posición del antebrazo durante su disección a nivel de la individualización de las fibras sensitivas y motoras en los nervios interóseo posterior y nervio radial superficial.	82
Figura 32.	Simulación que refleja la posición del brazo durante su disección a nivel del tercio del brazo para la posterior disección interfascicular.	85
Figura 33.	Simulación que refleja la posición del brazo en abducción y rotación externa para su disección plexal.	86
Figura 34.	Anatomía del Plexo Braquial.	87
Figura 35.	Imagen obtenida tras la disección interfascicular del nervio radial a nivel de brazo derecho.	88
Figura 36.	Esquema donde se representa la disección retrógrada utilizada para localizar la posición anatómica de los ramos motor y sensitivo.	89
Figura 37.	Gafas Lupa Carl Zeiss EyeMag Pro 3,3x.	90
Figura 38.	Recorrido del nervio radial, puntos de referencia y mediciones a realizarse.	190
Figura 39.	Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio	204

	Radial – Bifurcación Nervio Radial	
Figura 40.	Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio Radial – Articulación del Codo	206
Figura 41.	Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio Radial – Articulación del Codo	208
Figura 42.	Distribución fascicular de los ramos motores (rojo) y sensitivos (azul) del nervio radial. Simulación en brazo derecho. Posición: Codo en flexión de 30° y Antebrazo en supinación.	218
Figura 43.	Anastomosis experimental C4 – Músculocutáneo realizada por <i>Bertelli</i> .	221
Figura 44.	Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión lateral de nervio radial en salida plexal del brazo izquierdo).	222
Figura 45.	Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor en su salida del plexo braquial (brazo derecho).	222
Figura 46.	Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión inferior de nervio radial cortado en tercio medio de brazo izquierdo).	223
Figura 47.	Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor a nivel del brazo (brazo derecho).	224
Figura 48.	Trayecto de entrecruzamiento previo a microdissección.	225
Figura 49.	Trayecto de entrecruzamiento microdisecado objetivándose tres niveles de cruce.	225
Figura 50.	Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión inferior de nervio radial cortado a nivel del codo en brazo izquierdo).	226
Figura 51.	Puesta en evidencia en cadáver de la rotación interna	227

del nervio radial.

Figura 52.	Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor a nivel del codo (brazo derecho).	227
Figura 53.	Distribución fascicular de los ramos motores (rojo) y sensitivos (azul) del nervio radial. Simulación en brazo derecho. Posición: Codo en extensión completa y Antebrazo en pronación.	228

LISTADO DE CADÁVERES

CADÁVER	PÁGINA
Cadáver 1.	91
Cadáver 2.	94
Cadáver 3.	98
Cadáver 4.	102
Cadáver 5.	106
Cadáver 6.	110
Cadáver 7.	114
Cadáver 8.	118
Cadáver 9.	122
Cadáver 10.	126
Cadáver 11.	130
Cadáver 12.	134
Cadáver 13.	138
Cadáver 14.	142
Cadáver 15.	146
Cadáver 16.	150
Cadáver 17.	154
Cadáver 18.	158
Cadáver 19.	162
Cadáver 20.	166
Cadáver 21.	170
Cadáver 22.	174

LISTADO DE CADÁVERES

Cadáver 23.	178
--------------------	-----

Cadáver 24.	182
--------------------	-----

Cadáver 25.	186
--------------------	-----

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANATOMÍA

El *nervio radial* es una rama terminal de la aleta posterior del plexo braquial, concretamente del tronco secundario posterior, que nace en la axila, a nivel del borde inferior del músculo pectoral menor. Se halla detrás de la porción axilar y superior de las arterias braquiales; discurre anterior a los tendones de los músculos subescapular, dorsal ancho y redondo mayor. Posteriormente éste, junto con la arteria braquial profunda, entra en el compartimiento posterior del brazo pasando por el espacio triangular inferior, que está formado por el húmero lateralmente, la porción larga del tríceps medialmente y el músculo redondo mayor por encima. Desciende oblicuamente hacia el brazo, pasa por el triángulo humerotricipital, por encima del tendón del músculo dorsal ancho, y se dirige hacia abajo, atrás y afuera, entre las cabezas larga y medial del tríceps, en una especie de trayecto espiral que lo introduce en el canal del radial del húmero, canal que el vasto externo convierte en un conducto (Fig 1 y 2).

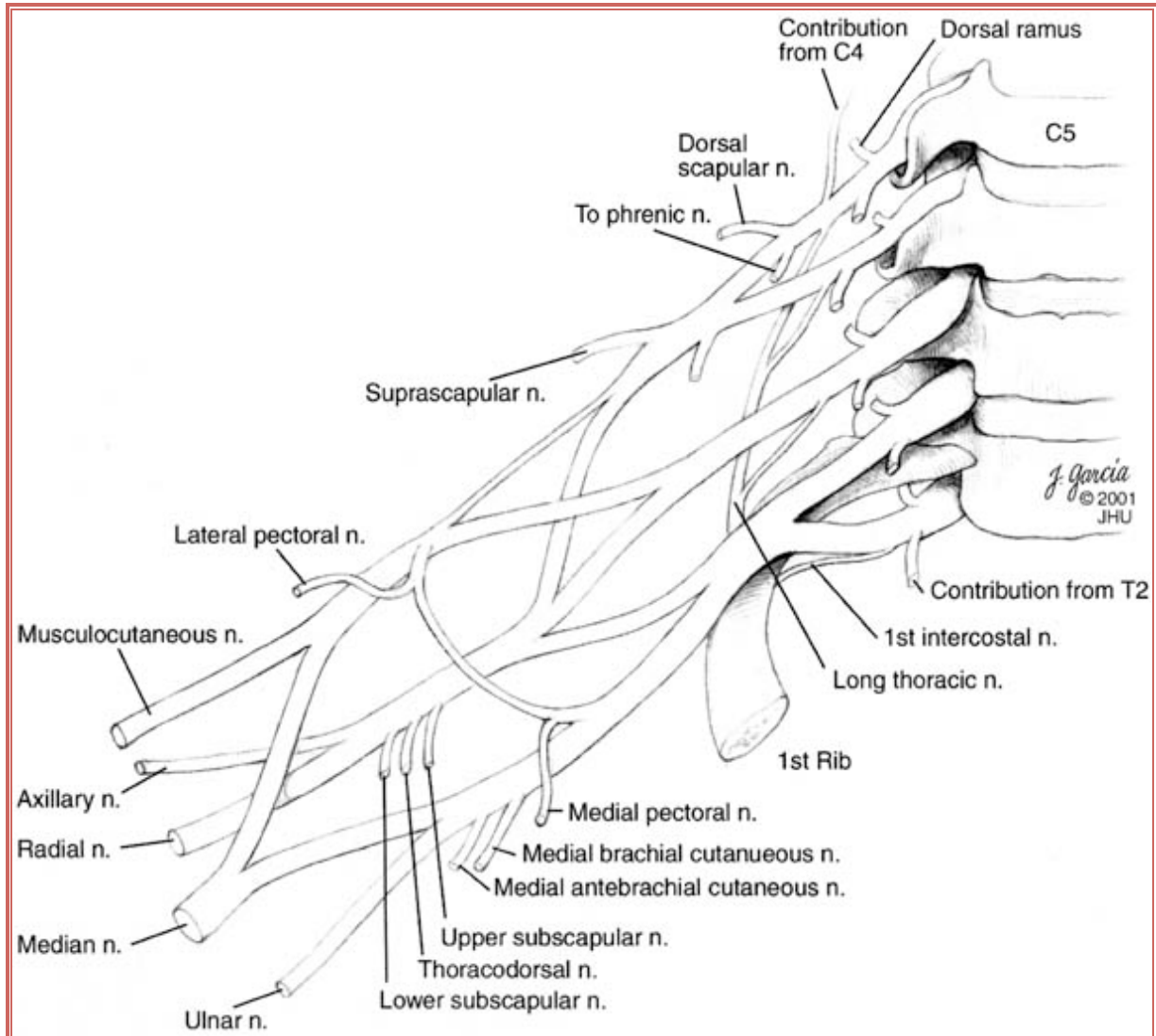


Fig. 1. Anatomía del plexo braquial según Belzberg (Belzberg A, Dorsi M, Storm P, Moriarity J. Surgical repair of brachial plexus injury: a multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons. *J Neurosurg* 2004; 101: 365-374).

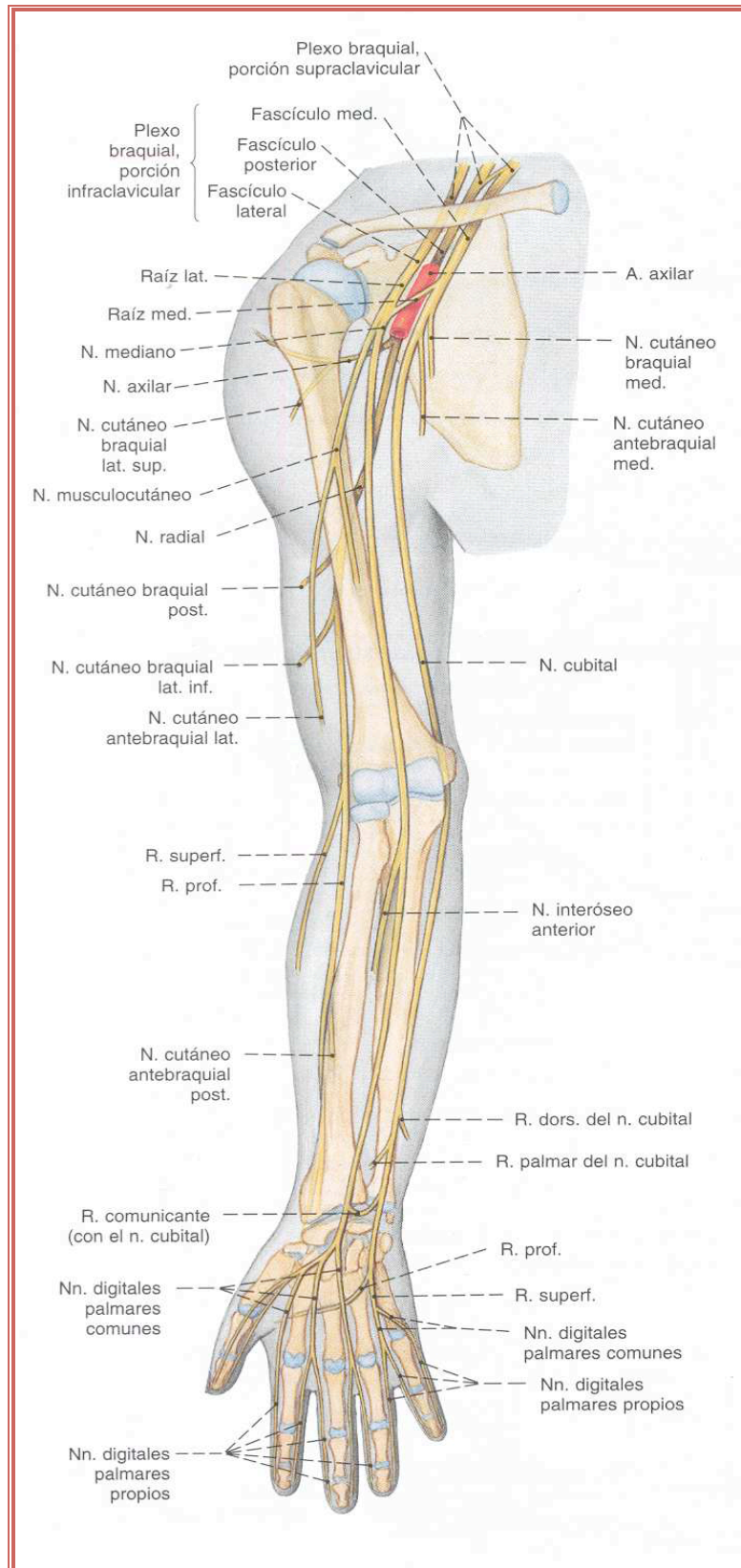


Fig 2. Nervios del Miembro superior (Frank H. Netter. *Atlas of Human Anatomy*. Rittenhouse Book Distributors Inc.; 2nd edition. 1997).

En su trayecto proximal, las fibras nerviosas están más dispersas y la proporción de tejido conectivo es mayor que a nivel distal.

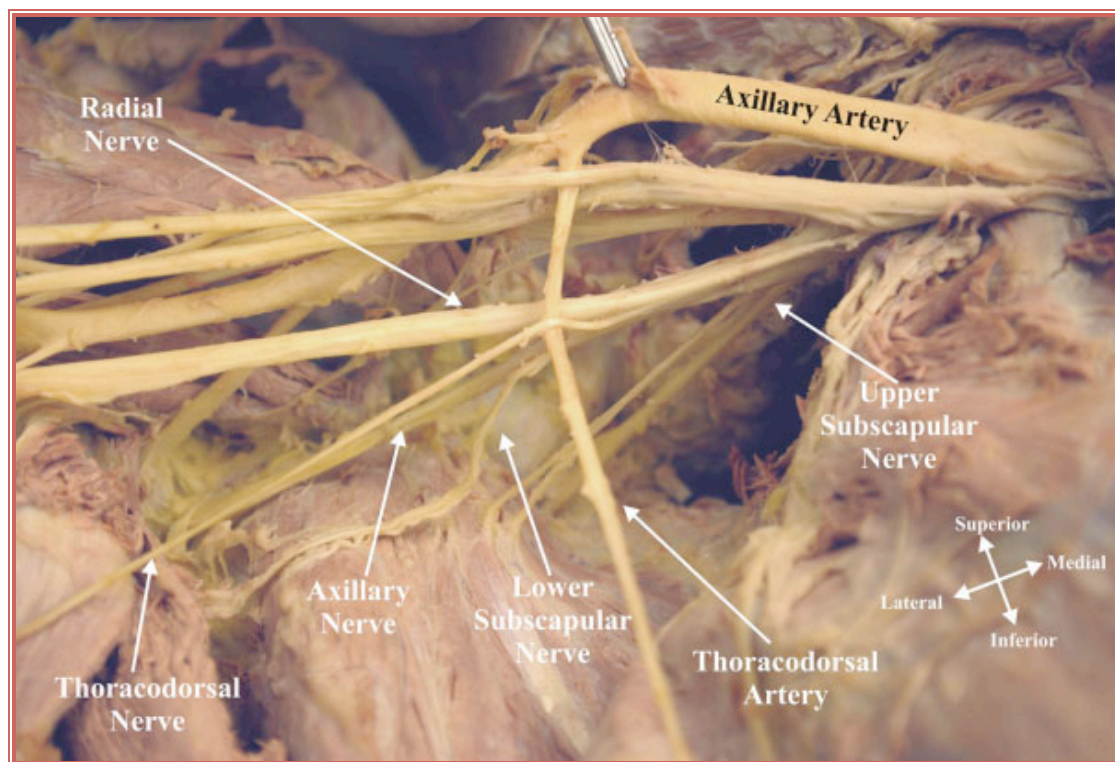


Fig. 3. Visión anterior de la axila con los subsiguientes nervios que nacen del cordón posterior. (R. Shane Tubbs et al. *Anatomy and Quantitation of the Subscapular Nerves*. *Clinical Anatomy* 2007(20):656-659).

En el triángulo humerotricipital, el nervio radial desprende una rama colateral para la porción larga del tríceps braquial (nervio de la porción larga del tríceps), y una rama para el vasto interno (Fig.3), es decir, la rama para la cabeza larga del músculo tríceps es la primera rama, y la rama para la cabeza lateral del tríceps es la que emerge distalmente^{3,4,5}; este músculo recibe, pues, dos ramas nerviosas, desprendidas a distinta altura del trayecto del nervio radial (Fig. 4 y 5). Este origen proximal y su disposición

anatómica explica por qué se mantienen indemnes en las parálisis tras fractura de húmero y, sin embargo, se afectan en la parálisis por muletas.

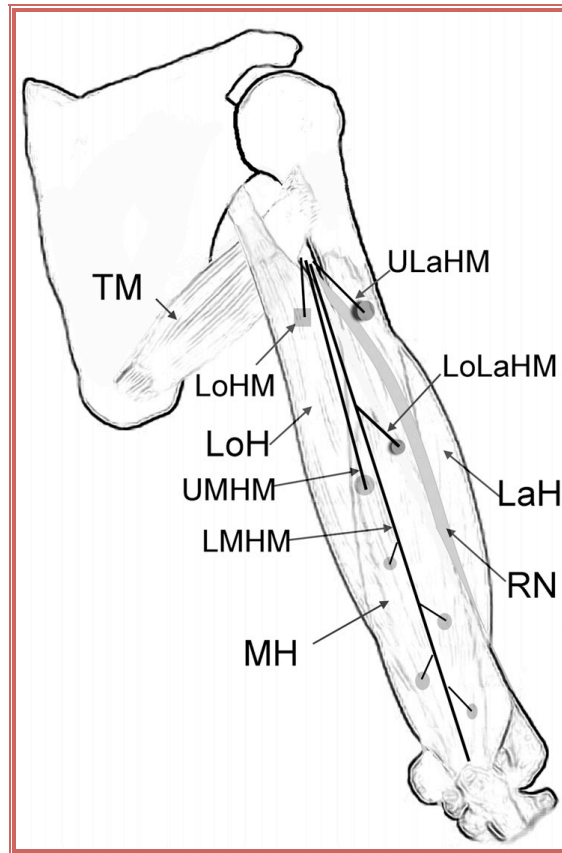


Fig. 4. Representación esquemática de la inervación del músculo tríceps tras la salida del nervio radial del triángulo humerotricipital; TM: Músculo Teres maior; ULaHM: Rama motora de la cabeza superior lateral del músculo tríceps; LoHM: Rama motora de la cabeza larga del músculo tríceps; LoH: Cabeza larga del músculo tríceps; LoLaHM: Rama motora de la cabeza lateral inferior del músculo tríceps; UMHM: Rama motora de la cabeza superior medial del músculo tríceps; LaH: Cabeza lateral del músculo tríceps; LMHM: Rama motora de la cabeza medial inferior del músculo tríceps; RN: Nervio radial; MH: Cabeza Medial del músculo tríceps. (Bertelli et al. Triceps motor nerve branches as a donor or receiver in nerve transfers. *Neurosurgery* Nov 2007(61):333-339).

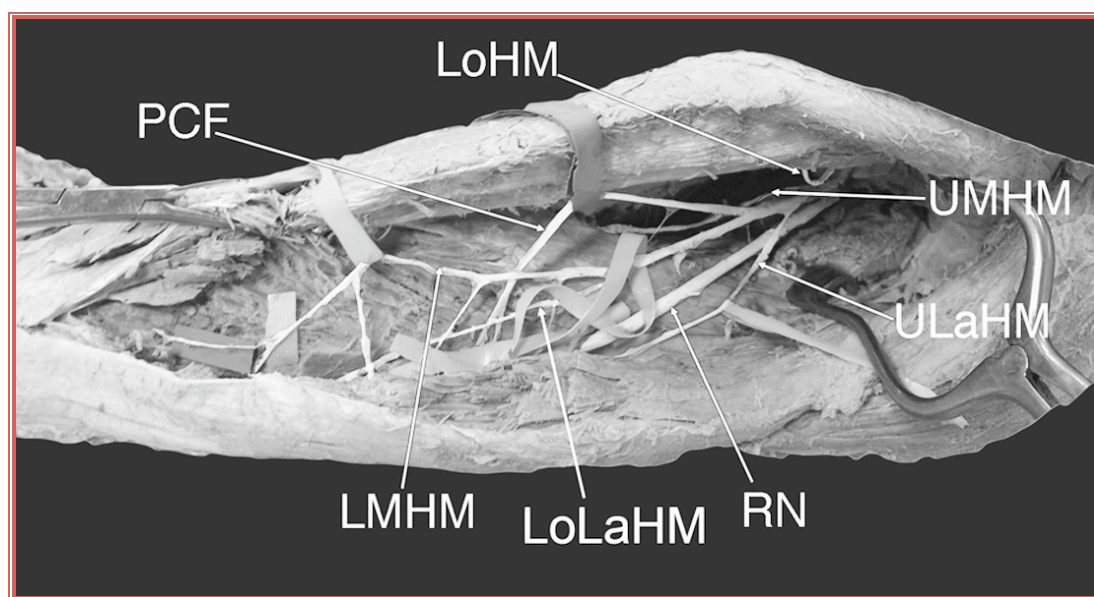


Fig. 5. Representación en disección en cadáver (brazo izquierdo) de la innervación del músculo tríceps.

ULaHM: Rama motora de la cabeza superior lateral del músculo tríceps; LoHM: Rama motora de la cabeza larga del músculo tríceps; LoLaHM: Rama motora de la cabeza lateral inferior del músculo tríceps; UMHM: Rama motora de la cabeza superior medial del músculo tríceps; LaH: Cabeza lateral del músculo tríceps; LMHM: Rama motora de la cabeza medial inferior del músculo tríceps; RN: Nervio radial; PCF: Nervio cutáneo posterior del antebrazo. (Bertelli et al. Triceps motor nerve branches as a donor or receiver in nerve transfers. *Neurosurgery* Nov 2007(61):333-339).

Será entonces cuando trace una espiral sobre el dorso del húmero, entre las cabezas lateral y medial del tríceps, discurriendo sobre el surco del nervio radial por el hueso, a nivel profundo de la cabeza lateral del tríceps. El vasto externo está innervado por ramas que se originan en el canal de torsión o surco espiral. Atraviesa el tabique intermuscular lateral al alcanzar un tercio del curso descendente de la tuberosidad deltoidea hasta el epicóndilo lateral (Fig. 6).

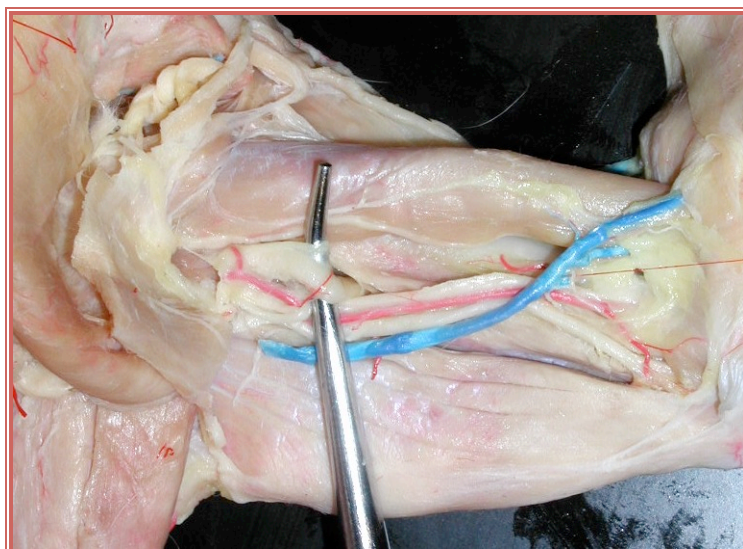


Fig. 6. Preparación anatómica en que se evidencia el trazado de la espiral en el dorso del húmero del brazo izquierdo.

En el canal del radial, el nervio envía un ramo colateral al vasto externo (nervio del vasto externo) y otro ramo colateral al vasto interno y al ancóneo (nervio del vasto interno y del ancóneo). La cabeza larga del tríceps es inervada por ramas que nacen en la axila, la cabeza medial por ramas del ángulo braquioaxilar y la cabeza lateral por ramas que surgen en el surco espiral.

A la salida del canal radial del húmero, el nervio radial se hace anterior y recorre el canal bicipital externo de la flexura del codo; a este nivel el nervio radial da ramas colaterales para el músculo supinador largo, primer radial y segundo radial. En algunos casos, a este nivel el radial da un ramo para el músculo braquial anterior que es, por tanto, un ramo inconstante. Después se introduce entre los dos haces del músculo supinador corto (al que envía una pequeña rama para su inervación) y,

haciéndose posterior, rebasa el borde inferior de este músculo. Dentro del compartimiento flexor de la porción inferior del brazo, desciende por la hendidura muscular entre los músculos braquial y braquiorradial.

En esa región, el nervio radial da una rama terminal que se divide en ramos posteriores, ramo interóseo posterior, y anteriores, el remanente, más bien fino y puramente cutáneo que mantiene el nombre de nervio radial o nervio radial superficial. Desciende por el compartimiento flexor del antebrazo, gira en torno al extremo inferior del radio a nivel profundo del tendón del músculo braquiorradial y cruza los músculos abductor largo del pulgar y los extensores corto y largo del pulgar hasta llegar al dorso de la mano. Aquí inerva la piel de dos dedos más cubitales y la medio-radial del tercero o bien tres dedos y medio (hasta poco antes de los lechos ungueales y las falanges distal y media) y un área correspondiente del dorso de la mano (Fig. 7).

Por tanto, el nervio radial inerva al extensor carpi radialis longus y al brachioradialis previo a su paso por la articulación del codo donde se dividirá en el nervio interóseo posterior y el nervio radial superficial⁶.

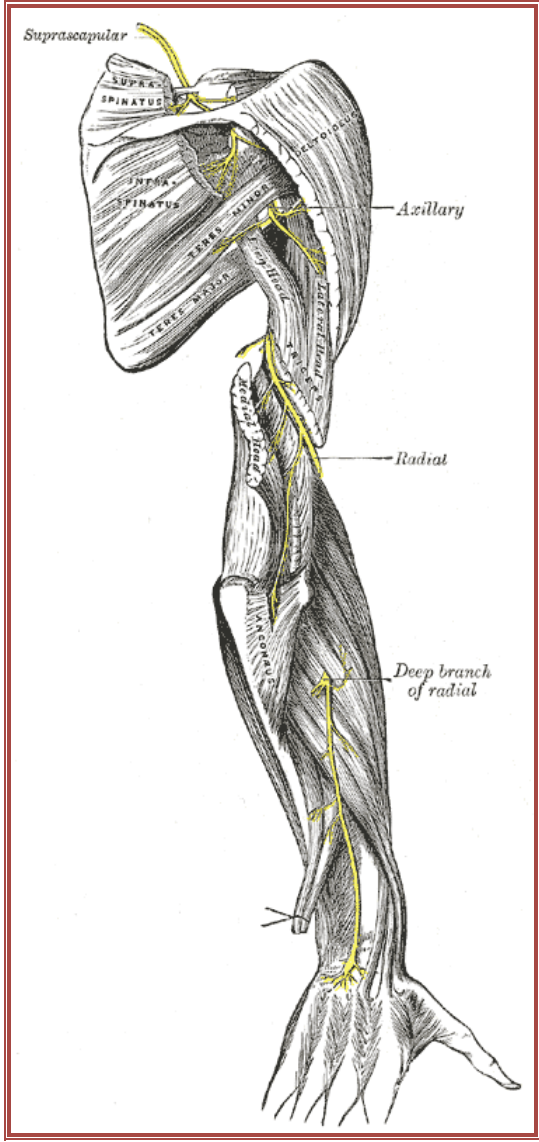


Fig. 7. Ilustración del recorrido del nervio radial (Hnery Gray F.R.S. Gray's Anatomy. Ed. Barnes & Noble Books. 15th Edition. Pág. 756).

El nivel de la bifurcación es variable en función de la raza y regiones geográficas. En la población tailandesa se encuentra a 1,3 cm proximal a la articulación del codo, en la turca a 3,2 cm y en la de Estados Unidos a 3,6 cm^{7,8,9}, pero la mayoría de los autores aceptan que la bifurcación del nervio radial se localiza en un área de 3 cm proximal o distal a la articulación del codo¹⁰.

Con la flexión del codo, el nervio radial experimenta a nivel de la articulación del codo una tensión de aproximadamente el 15% o mayor, alcanzando niveles perjudiciales. Por tanto, el nervio radial requiere aproximadamente 9 mm de excursión para acomodarse a la flexión del codo y la extensión. De esta forma se podría especular que la tensión juega un papel mediador en el dolor a lo largo del territorio del nervio radial. Cualquier proceso que impida la normal excursión del nervio radial resulta en un incremento de la tensión nerviosa¹¹.

El nervio interóseo posterior se localiza sobre la cápsula articular del codo, bajo un tejido fascial. Pasa bajo una red vascular (arcada de Henry) que procede de los vasos recurrentes radiales y discurre bajo el músculo Extensor Carpi Radialis Brevis, ECRB, antes de introducirse en la arcada de Fröhse. Distal al músculo supinador, se divide en varias ramas terminales motoras formando un plexo de ramas terminales que inervan la musculatura extensora superficial y profunda.

Estos ramos posteriores inervan a los músculos superficiales con excepción del ancóneo (extensor común de los dedos, extensor propio del meñique y cubital posterior), y los ramos anteriores inervan a los músculos profundos (separador largo del pulgar, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar y extensor propio del índice).

El nervio interóseo posterior puede verse comprometido mecánicamente por estructuras específicas durante su paso por el canal radial que, de proximal a distal, son las siguientes:

- bandas fibrosas que cruzan el nervio radial anteriormente y que se encuentran adheridas al nervio, que fueron inicialmente descritas por Roles y Madsley en 1972¹².
- Hipertrofia de la red vascular conocida como cinta o arcada de Henry que está formada por arterias y venas concomitantes recurrentes radiales de pequeño calibre.
- Borde fibrosos del músculo Extensor carpi radialis brevis, ECRB.
- Borde fibroso proximal de la porción superficial del músculo supinador, conocida como arcada de Fröhse y que es la estructura anatómica más frecuente en la que se puede ver comprimido en nervio.
- Margen fibroso de la porción distal del vientre superficial del supinador corto, tal y como fue descrita por Sponseller y Engber¹³.

Por tanto, el nervio radial termina en forma de rama sensitiva que se localiza junto a la membrana interósea del antebrazo y desciende por el suelo del cuarto compartimento extensor de la muñeca, donde da ramas para la cápsula posterior de las articulaciones radiocarpianas, mediocarpiana y carpometacarpiana. Por tanto, la rama superficial del nervio radial tras transcurrir debajo del músculo braquioradialis distalmente inerva el aspecto dorso-radial del carpo y de la mano. Existen hallazgos que sugieren diferentes variaciones entre razas de la rama superficial del nervio radial pueden concernir en procedimientos quirúrgicos relevantes¹⁴.

A este nervio, y a distintas alturas, se incorporan tres ramas sensitivas: 1º la *rama superficial* del nervio radial, que recoge la sensibilidad de la parte externa del dorso de la mano (hasta la línea que pasa por el eje longitudinal del dedo medio), pero no alcanza el dorso de las falanges media y distal de los dedos índice, medio y mitad externa del anular; 2º el *nervio cutáneo posterior del antebrazo*, que se incorpora al tronco nervioso a nivel del canal de torsión del húmero, y recoge la sensibilidad de la zona intermedia del dorso del antebrazo; 3º el *nervio cutáneo posterior del brazo* que recoge la sensibilidad de la parte lateral e inferior del brazo, y se incorpora al tronco radial en la parte alta del triángulo humerotricipital.

1.1.1 Ramas del Nervio Radial

El *nervio cutáneo posterior del brazo* surge de la axila y atraviesa la fascia profunda cerca del pliegue axilar posterior para inervar una banda de piel a lo largo de la superficie extensores del brazo hasta el codo, es decir, la piel de la superficie posterior del tercio proximal del brazo.

El músculo tríceps está inervado por cuatro ramos del nervio radial. Nacen como *nervios de las cabezas larga y medial*, y *nervios de las cabezas lateral y medial*, surgiendo los dos primeros en la axila y los dos últimos detrás del húmero. El primer ramo de la cabeza medial (*el nervio colateral cubital*) desciende con el nervio cubital y entra en la porción inferior de la

cabeza medial. El segundo ramo de la cabeza medial prosigue a nivel profundo por el tríceps e inerva el músculo ancóneo (Fig. 8).

El *nervio cutáneo lateral inferior del brazo* surge antes de que el nervio radial atraviese el tabique intermuscular lateral, atraviesa la cabeza lateral del tríceps, y se vuelve cutáneo justo por debajo del músculo deltoides para inervar la piel de la superficie lateral del brazo hasta el codo, es decir, la piel de la porción lateral inferior del brazo y una pequeña área del antebrazo. En común con éste, surge el *nervio cutáneo posterior del antebrazo* que se dirige directamente hacia abajo por detrás del codo para inervar una banda de piel sobre la superficie extensora del antebrazo hasta la muñeca y, en ocasiones, más allá.

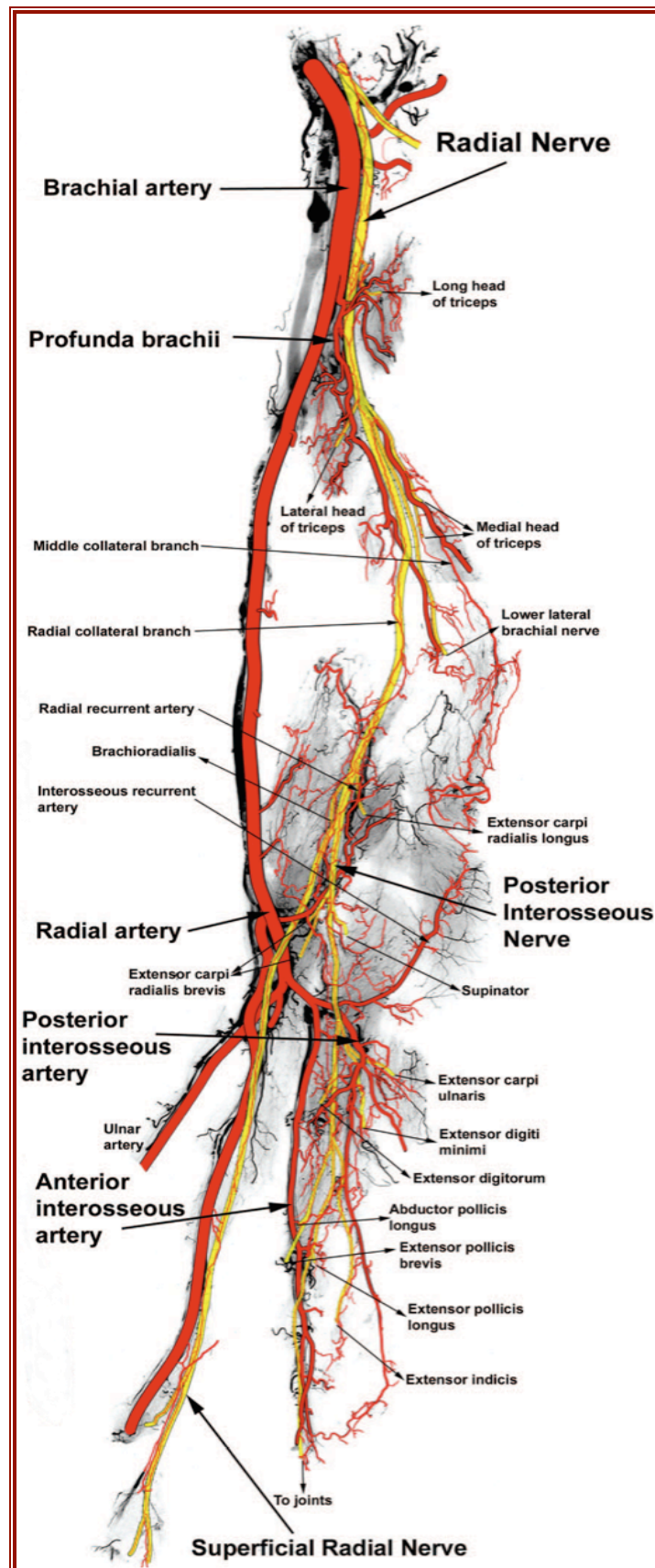


Fig. 8. Ramas nerviosas y vasculares del nervio y arteria radiales (Hong et al. Angiosome territories of the nerves of the upper limbs. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2006(118):148).

Mientras discurre por el compartimiento flexor del antebrazo entre los músculos braquial y braquiorradial, del tronco principal sale un pequeño ramo para la porción lateral del músculo braquial e inerva los músculos braquiorradial y extensor radial largo del carpo. A nivel del epicóndilo lateral, da origen al ramo interóseo posterior y luego continúa convertido en el ramo cutáneo terminal ya descrito.

La rama *profunda*, también llamada *nervio interóseo posterior*, es totalmente muscular y articular. Comienza delante del epicóndilo lateral del húmero y entra en el compartimiento posterior del antebrazo pasando entre las dos cabezas del músculo supinador y, por tanto, trazando una curva en torno a las superficies lateral y posterior del radio. Ésta inerva los músculos extensor radial corto del carpo y el supinador dentro de la fosa del codo, y a continuación traza una espiral descendente en torno al extremo superior del radio entre las dos túnicas del músculo supinador, para entrar en el compartimiento extensor del antebrazo. Después cruza el músculo abductor largo del pulgar, hundiéndose hasta llegar a la membrana interósea, para después dirigirse hasta el dorso de la muñeca. En el compartimiento extensor inerva siete músculos más; tres extensores del origen común de los extensores (extensor de los dedos, extensor del meñique y extensor cubital del carpo), los tres músculos del pulgar (abductor largo, extensor corto y extensor largo) y el músculo extensor del índice. Es sensorial para las articulaciones de la muñeca y el carpo.

La rama *superficial* es la continuación directa del nervio radial, nace 4-5 cm distal al epicóndilo lateral y desciende a lo largo del lado

anterolateral del antebrazo (Fig. 9). Es completamente sensorial. Se halla sobre los músculos supinador, pronador redondo, flexor superficial de los dedos y flexor largo del pulgar, cubierto por el músculo braquiorradial con la arteria radial medial a él. En el tercio distal del antebrazo, el nervio discurre por debajo del tendón del músculo braquiorradial y atraviesa la fascia profunda deviniendo superficial 10 cm por encima de la estiloides radial. Al penetrar en la tabaquera anatómica se divide, habitualmente, en dos ramas que cruzan el intervalo entre Extensor Pollicis Brevis/Extensor Pollicis Longus, EPB/EPL, superficialmente a estos tendones (Fig. 10). Inerva la piel del dorso de la muñeca, la superficie dorsal lateral de la mano y el dorso del pulgar, para luego dividirse en cuatro o cinco nervios digitales. Estos nervios inervan la piel del dorso del pulgar y el dedo índice y la mitad adyacente del dedo corazón hasta la articulación interfalángica distal. Las ramas digitales también son el origen de ramas articulares que van a las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas proximales de los cinco dedos.

Una importante rama volar inerva un área pequeña de la base del pulgar y eminencia tenar. En el 75% de los casos el nervio antebraquial cutáneo externo (ACE), rama del musculocutáneo, se entrecruza con la RSNR (Radial Sensitive Nerve Ramus) en su área sensitiva¹⁵.

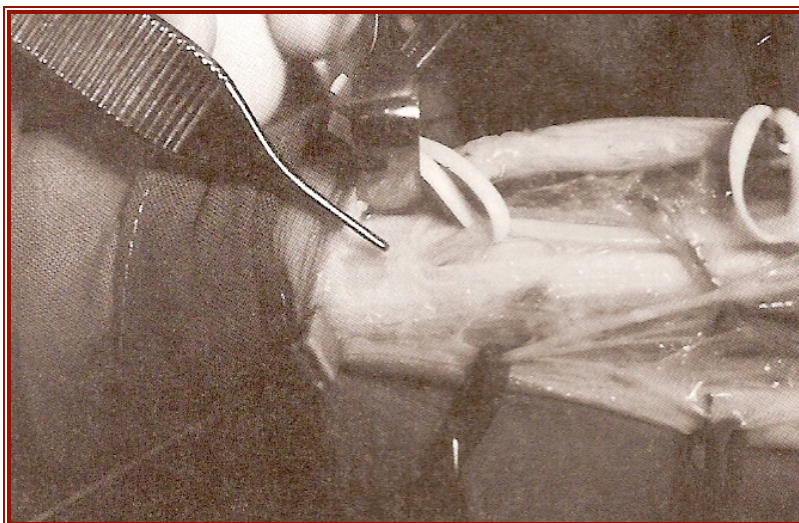


Fig. 9. Emergencia de la rama sensitiva entre Braquiorradialis (BR) y Extensor carpi radialis longus (ECRL) cubierta por la fascia intertendinosa (Garcia Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).



Fig. 10. Bifurcación de la rama sensitiva del nervio radial (Garcia Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).

1.2. LESIONES DE LAS RAMAS TERMINALES DEL PLEXO BRAQUIAL – NERVIOS RADIAL

El nervio radial es dañado en mayor número de ocasiones que cualquier otro nervio de la extremidad superior¹⁶.

La parálisis del nervio radial puede resultar de una gran variedad de causas como lesiones ortopédicas¹⁷⁻¹⁹, traumas nerviosos directos²⁰⁻²², compresiones nerviosas²³⁻²⁷, tumores nerviosos²⁸, inflamaciones locales²⁹⁻³¹, o neuritis idiopáticas^{32,33}.

El tratamiento apropiado para estos desórdenes depende de la causa de la parálisis, la duración de los síntomas, y el nivel y extensión del déficit neurológico.

En el pasado, las transferencias tendinosas eran la opción reconstructiva predominante para las lesiones del nervio radial³⁴⁻³⁷, pero más recientemente distintos autores creen que las transferencias nerviosas pueden proporcionar una razonable alternativa a las transferencias tendinosas⁶.

Recuérdese que el sistema neuromuscular del nervio radial realiza las siguientes funciones: 1º Deshacer la pronación por medio de músculos supinadores (supinador corto y supinador largo). 2º Deshacer la flexión de la mano a nivel de la muñeca por medio de músculos extensores de la mano (los dos radiales y el músculo cubital posterior). 3º Deshacer la pinza manual, actuando sobre el pulgar (músculos separador largo, extensor corto y extensor largo del pulgar) y actuando sobre el índice (músculo extensor

propio del índice). 4º Deshacer la flexión de los dedos (los extensores del pulgar y del índice, ya citados y, además, el músculo extensor común y extensor propio del meñique). 5º Deshacer la flexión del codo (músculos ancóneo y tríceps braquial).

De todo ello puede deducirse que la parálisis del nervio radial se caracteriza por tener dificultadas o impedidas las acciones que él realiza (supinación, extensión de la mano, de los dedos, etcétera). Sin embargo, algunas de estas acciones pueden ser realizadas por otros músculos no inervados por el radial. Así, la supinación no se dificulta mucho, porque el músculo bíceps, además de ser flexor del antebrazo sobre el brazo, tiene acción supinadora.

La actitud que adopta el miembro superior es debida a la acción de los músculos antagonicos. La mano está ligeramente pronada y flexionada, los dedos están flexionados y el codo también (Fig. 11 y 12). Con el tiempo aparecen atrofas musculares, que se caracterizan por la falta de relieve que en la parte lateral del antebrazo donde se encuentran los músculos supinador largo y radiales.



Fig. 11. Imagen preoperatoria de un caso de parálisis radial (García Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).

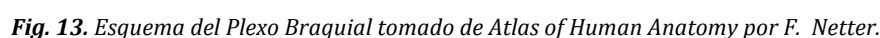


Fig. 12. Imagen postoperatoria de un caso de parálisis radial (García Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).

1.2.1. Lesiones del Plexo Braquial

El plexo braquial está formado por la unión de los ramos ventrales de los nervios C5 a C8 y la mayor parte del ramo ventral de T1. Los ramos ventrales de C5 y C6 se unen y forman el tronco superior, el ramo de C7

forma el tronco medio y los ramos ventrales de C8 y T1 se unen en el cuello de la primera costilla para formar el tronco inferior. Cada uno de los tres troncos se divide en divisiones anteriores y posteriores detrás de la clavícula. Las divisiones anteriores son flexoras y las posteriores son extensoras del miembro superior. Las tres divisiones posteriores se unen formando el fascículo posterior, mientras que las divisiones anteriores del tronco superior y medio se unen formando el fascículo lateral, mientras que la división anterior del tronco inferior se continúa como el fascículo medial. Cada fascículo se divide en dos ramas terminales. El fascículo lateral se divide en el nervio musculocutáneo y la raíz lateral del nervio mediano. El fascículo medial se divide en nervio cubital y la raíz medial del nervio mediano. El fascículo posterior se divide en los nervios radial y axilar³⁸⁻⁴² (Fig. 13).



Las lesiones de plexo pueden ocurrir a cualquier nivel desde el origen espinal hasta la división en la región axilar. A nivel espinal, la avulsión de la raíz es un tipo de lesión específica del plexo braquial. Las lesiones pueden ser retroclaviculares o subclaviculares⁴³⁻⁵².

La mayoría de las lesiones se deben a mecanismos de tracción, donde pueden identificarse dos tipos:

Un **mecanismo central** donde fuerzas extremas impuestas a la columna cervical acoplada a la inercia de la masa craneana, resulta en una tensión intrínseca de las raíces espinales sin daño a la duramadre.

Un **mecanismo periférico** con flexión de la columna cervical y descenso del hombro, combinado con traumatismo de éste, donde el grado de abducción del brazo juega un papel importante en la lesión nerviosa. Una menos frecuente eventualidad es la tracción de un brazo completamente abducido resultando una parálisis de C8 a T1. Una tercera posibilidad es la dislocación anterior del hombro que resulta tras la lesión al cordón posterior y las ramas terminales (nervio axilar, supraescapular, y musculocutáneo)^{46,48,52}.

Las lesiones que se encuentran en continuidad tienen el potencial de recuperación sin necesidad de intervención quirúrgica, dependiendo del grado de lesión neurológica. Las lesiones neurológicas más graves que están en continuidad, así como la avulsión de elementos nerviosos, requieren intervención quirúrgica para mejorar la función. Las rupturas pueden ocurrir en cualquier lugar del plexo comprendido desde las raíces que salen de la médula hasta la formación de los nervios principales. Cuando las

lesiones se producen justo a la salida de la médula pueden ser preganglionares, postganglionares y en ocasiones mixtas. En estos últimos casos el saco dural puede romperse produciendo un pseudomeningocele, característicos de una lesión pregangliónica^{44,47,48,49,53} (Fig. 14).

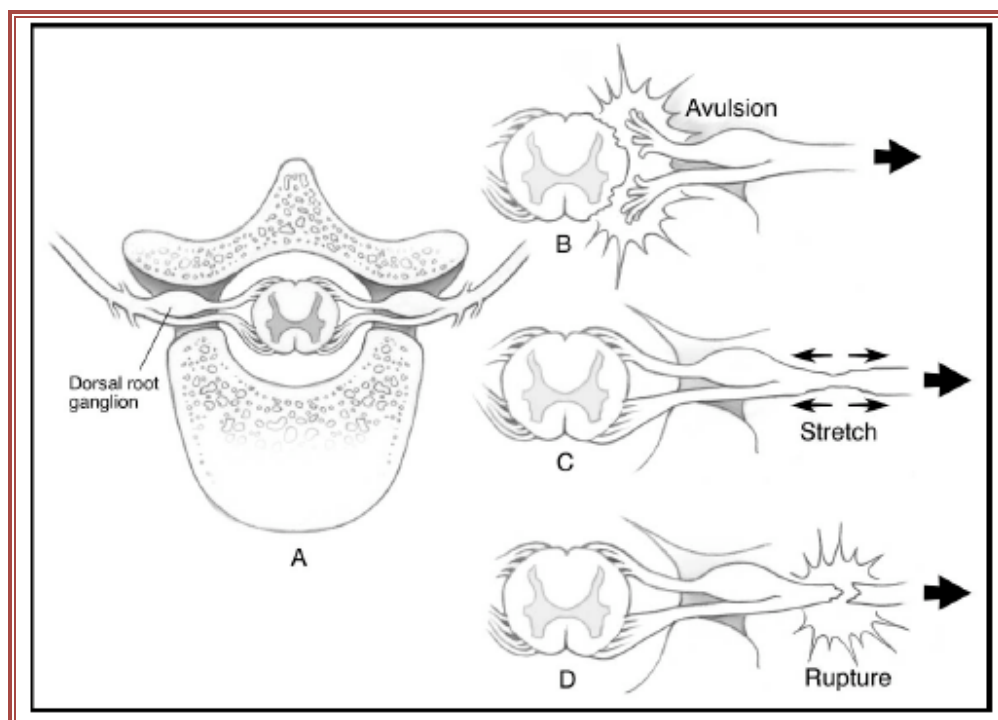


Fig. 14. Mecanismos de lesión a nivel de la raíz nerviosa en traumatismos del plexo braquial: A) morfología normal. Al ejercer una tracción sobre la raíz, se puede producir B) Avulsión, C) Estiramiento, C) Ruptura.

Tomada de Spinner y Shin (Current Opin Orthop, 2004).

Las fuerzas de tracción producen un tipo de lesión longitudinal, pero también pueden haber fuerzas de compresión causantes de la lesión. Las lesiones pueden ocurrir en más de un sitio, especialmente donde los ramos nerviosos están más o menos fijos, restringidos por estructuras circundantes o donde cambian de dirección (por ejemplo, donde el músculocutáneo penetra en el músculo coracobraquial)^{44,47,48,49,53}.

La diferencia fundamental entre una parálisis alta y baja, es que en esta última es posible la dorsiflexión del carpo, aunque se realiza en desviación radial por no existir la colaboración del Extensor Carpi Ulnaris, ECU (Fig. 15, 16, 17 y 18).

Las consecuencias de una mano caída por parálisis alta son:

- Merma del campo de sensibilidad funcional de la palma (en sujetos en los que el radial tiene gran inervación sensitiva volar) ya que la pérdida sensitiva en el dorso es irrelevante.
- Disminución importante de la fuerza de prensión (los extensores del carpo son agonistas de los flexores de los dedos).
- La caída permanente del carpo, ejerce una tensión pasiva de los extensores de los dedos. Los ligamentos colaterales de las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos se retraen y producen rigidez, con lo que paradójicamente se produce una extensión de las articulaciones metacarpofalángicas no tratadas.
- La pérdida de extensión y separación del pulgar impide coger objetos voluminosos.

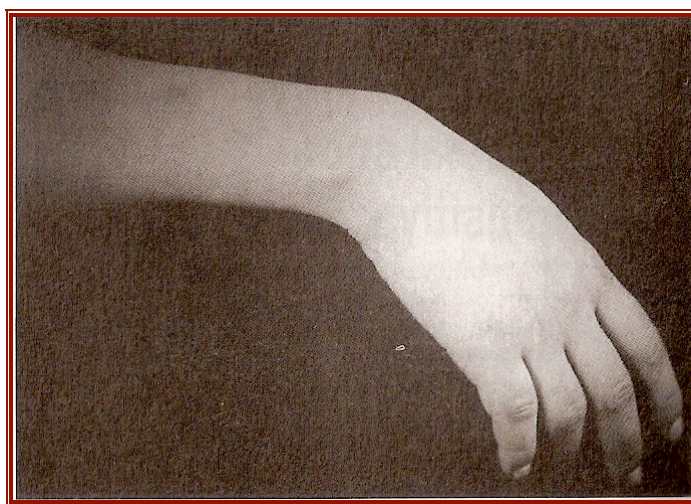


Fig. 15. Parálisis radial alta: mano péndula. Articulaciones metacarpofalángicas en extensión por efecto tenodesis
(García López, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana.

Pág. 135-166).



Fig. 16. Parálisis radial baja. Dorsiflexión del carpo en desviación radial por el Extensor carpi radialis longus, ECRL, no neutralizada por el Extensor carpi ulnaris, ECU (García Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).

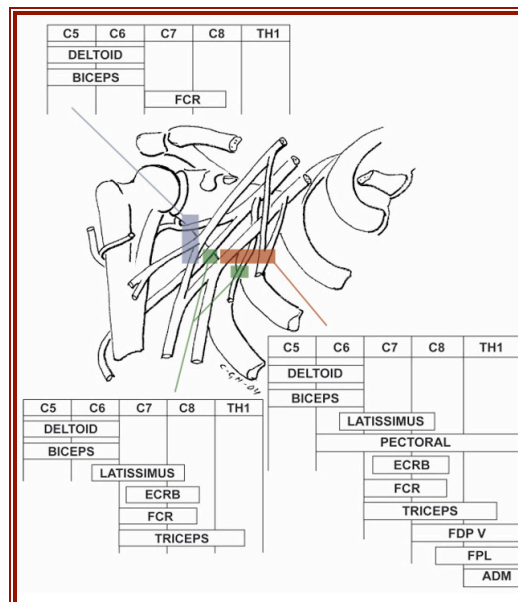


Fig. 17. Patrones de debilidad muscular en caso de afectación de plexo infraclavicular (Jepsen et al. *Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination: inter-rated reproducibility of selected findings and patterns*. BMC Neurology 2006, 6:8.).

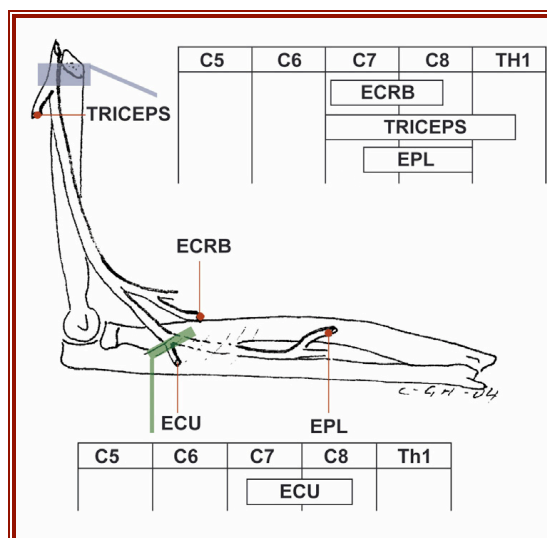


Fig. 18. La afectación del nervio radial a nivel del brazo superior causa parálisis del Triceps, Extensor carpi radialis brevis (ECRB) y Extensor pollicis longus (EPL). La afectación del nervio interóseo posterior a nivel del músculo Supinador, arcada de Frohse, síndrome del túnel radial causa paresia del músculo Extensor carpi ulnaris, ECU (Jepsen et al. Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination: inter-rated reproducibility of selected findings and patterns. BMC Neurology 2006, 6:8.).

1.2.2. Síndromes compresivos cerrados

Son mucho menos frecuentes que los de los nervios mediano y cubital⁵³. En general, son lesiones de primer grado (neuroapraxias). Si el mecanismo compresivo o deformante del nervio se mantiene o acentúa, aparecen lesiones de segundo grado (axonotmesis). Una compresión severa y mantenida en el tiempo puede desembocar en una lesión de tercer grado (neurotmesis), como se ha comprobado en algunas parálisis por torniquete o farmacológicas.

Los puntos más comunes de compresión son la axila e inferior a la inserción deltoidea donde el radial está en posición subcutánea y encima del hueso. En este lugar atraviesa el tabique intermuscular después de

abandonar el surco espiral, donde está cubierto por el tríceps y antes de quedar nuevamente protegido por el braquial y braquioradialis. Otros lugares más distales de compresión sería justo distal al codo (túnel radial), y proximal a la muñeca entre el brachioradialis y el extensor carpi radialis longus⁵³.

Compresión Crónica Nerviosa

Los cambios neurales iniciales incluyen una disrupción de la barrera sanguínea perineural con edema subperineural, seguida de engrosamiento del tejido conectivo, demielinización segmentaria, demielinización difusa, y degeneración axonal⁵⁴. En general, los fascículos más superficiales son los que se afectan más tempranamente⁵⁵.

Síndromes de “compresión múltiple” y “double crush”

Upton y McComas presentaron el concepto del mecanismo double crush, en el cual una compresión nerviosa a un nivel proximal provoca que los lugares de atrapamiento distales sean menos tolerantes a fuerzas compresivas⁵⁶. Ellos concluyeron que la suma de compresiones nerviosas puede alterar el flujo axoplásmico, por ello contribuyendo a los síntomas en el paciente (Fig. 19).

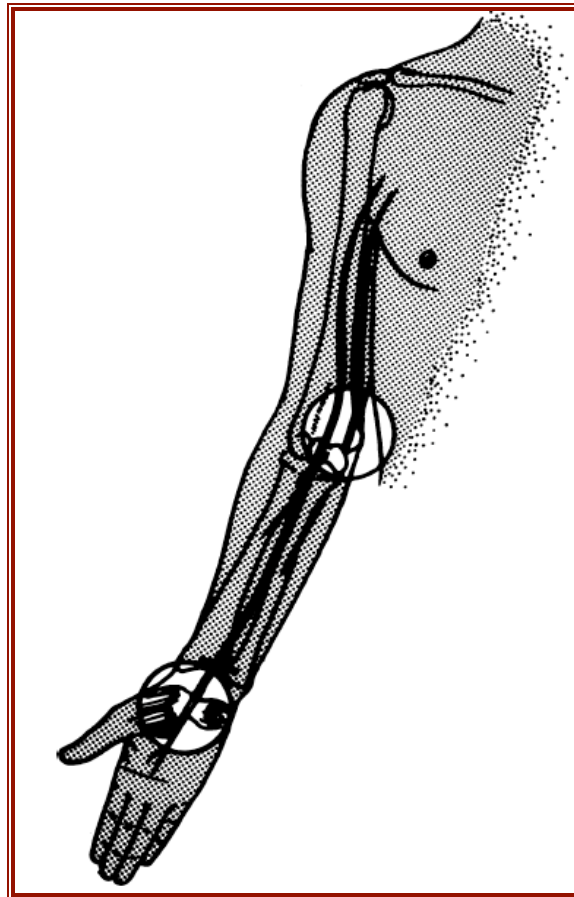


Fig. 19. Múltiples lugares de compresión nerviosa en la misma extremidad pueden acumulativamente comprimir el nervio hasta el punto de producir sintomatología (Upton ARM, McComas AJ. The double crush in nerve-entrapment syndromes. Lancet 1973;2:359-62).

1.2.2.1. Nervio radial superficial

La rama superficial del nervio radial es susceptible de compresión por movimientos repetitivos (pronación/supinación) en la zona en emerge bajo los tendones brachioradialis y extensor carpi radialis longus, unos 8 cm proximal a la estiloides radial⁵⁷.

Los pacientes presentarán un dolor disestésico irradiando en el aspecto dorso-radial de la mano y el pulgar.

1.2.2.2. *Síndrome del nervio interóseo posterior*

El margen proximal del músculo supinador (Arcada de Frohse) es el lugar más frecuente de compresión de este nervio⁵⁸. Otros lugares posibles de compresión incluyen bandas fibrosas en la vecindad de la articulación radiohumeral, vasos recurrentes (leash of Henry), el límite tendinoso del extensor carpi radialis brevis, o el límite distal del supinador⁵⁹.

Su compresión en el tercio proximal del antebrazo produce un amplio espectro de signos y síntomas que se identifican como dos entidades clínicas: el síndrome del nervio interóseo posterior y el síndrome del túnel radial.

Dicho síndrome se caracteriza por la pérdida de función motora o todos los músculos inervados distalmente. Éste se caracteriza por dolor persistente e insidioso, con hipersensibilidad local en la parte proximal del antebrazo del miembro dominante, a lo largo del trayecto del nervio interóseo posterior (Fig. 20). Así mismo, pueden sentir debilidad en la extensión de los dedos y del pulgar.

Guillain fue el primero en relacionar los movimientos de pronosupinación repetidos con la compresión del nervio a su entrada en el músculo supinador. La arcada fibrosa por la que se introduce el nervio se tensa con la extensión y supinación. Aproximadamente el 5% de los

pacientes que inicialmente presentan “codo del tenista” o epicondilitis se tratan realmente de un síndrome del túnel radial⁶⁰.

En esta patología estaría indicada la cirugía si no se observa mejoría clínica o eléctrica en 4 meses. Para dicha cirugía se procede con un abordaje anterior (Henry) para patología localizada cuando la exposición distal puede estar limitada al mediosupinador y abordaje posterior (Thompson) cuando se requiere mayor exposición distal.



Fig. 20. Típica actitud de la mano en caso de una parálisis de nervio interóseo posterior (Spinner R, Amadio P. *Compressive neuropathies of the upper extremity*. Clin Plastic Surg 30 (2003); 155-173).

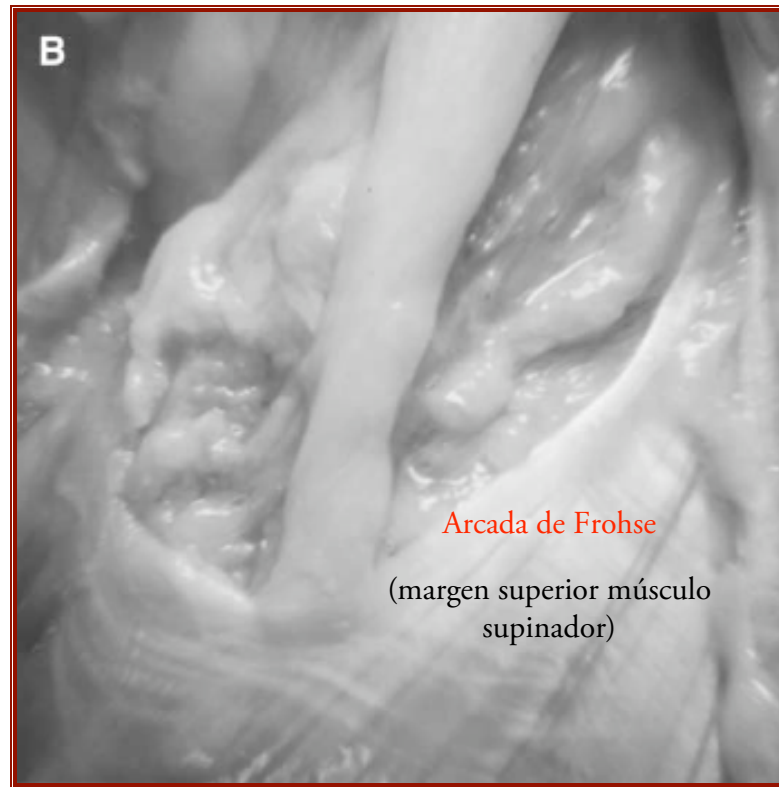


Fig 21. Visión de la arcada de Frohse en cadáver (Spinner R, Amadio P. *Compressive neuropathies of the upper extremity*. Clin Plastic Surg 30 (2003); 155-173).

1.2.2.3. Síndrome del Túnel Radial

También llamado codo resistente del tenista (resistant tennis elbow)^{61,62}.

Dado que los mismos lugares de compresión que en el caso del síndrome del nervio interóseo posterior han sido descritos para el síndrome del túnel radial, algunos autores atribuyen casos de dolor a nivel del antebrazo dorsal proximal a un caso de compresión del nervio interóseo posterior. No obstante, el síndrome del túnel radial no evoluciona a una parálisis motora⁵⁹.

El sitio de máximo dolor está localizado distal al epicóndilo lateral, en directa proximidad de la posición del nervio interóseo posterior cerca del músculo supinador. Igualmente tests provocadores como la supinación resistida con el codo a 90º o la extensión del dedo medio puede reproducir los síntomas.

La mayoría de los autores recomiendan un curso de tratamientos no quirúrgicos, los cuales incluyen meses de tratamiento con AINEs y evitar movimientos de rotación del antebrazo.

1.2.2.4. Parálisis del Sábado Noche

Dicha entidad recibe este nombre por la típica asociación con la intoxicación alcohólica. Esta condición es causada por la anormal posición del brazo contra un objeto firme en la región de la corredera radial del húmero (Fig. 22).

Esta lesión produce debilidad a nivel del brachioradialis, dorsiflexión de la muñeca, y parálisis de extensores de los dedos y el pulgar. Igualmente hay pérdida de sensibilidad en la mano, pero varía a nivel del antebrazo y brazo.

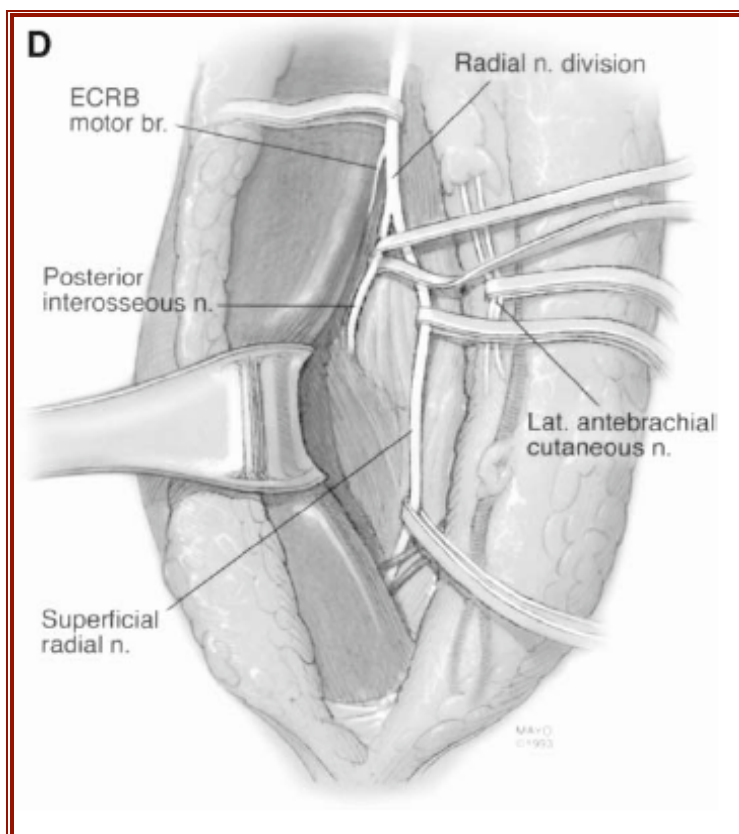


Fig. 22. Anatomía quirúrgica de la corredera radial. (Spinner R, Amadio P. *Compressive neuropathies of the upper extremity. Clin Plastic Surg* 30 (2003); 155-173).

1.2.3. Fractura del húmero y parálisis radial

La íntima relación del nervio radial con el húmero lo hace particularmente vulnerable a la lesión en las fracturas de este hueso. Hasta en el 18% de las fracturas de diáfisis humeral se puede asociar parálisis del nervio radial, aunque esta circunstancia es más frecuente en las fracturas de tercio distal de húmero. El mecanismo es habitualmente contusivo (lesión de primer grado) aunque, ocasionalmente, se producen atrapamientos en el foco de fractura o callo reparativo y laceraciones parciales/totales en fracturas de trazo espiroideo u oblicuo con extremos afilados (Fig. 23 y 24).

Existe controversia permanente entre los partidarios de la exploración precoz y de la actitud expectante.

Las fracturas de diáfisis humerales son generalmente resultado de caídas, golpes directos al brazo, accidentes de vehículos de motor, o lesiones por armas de fuego¹²⁵.

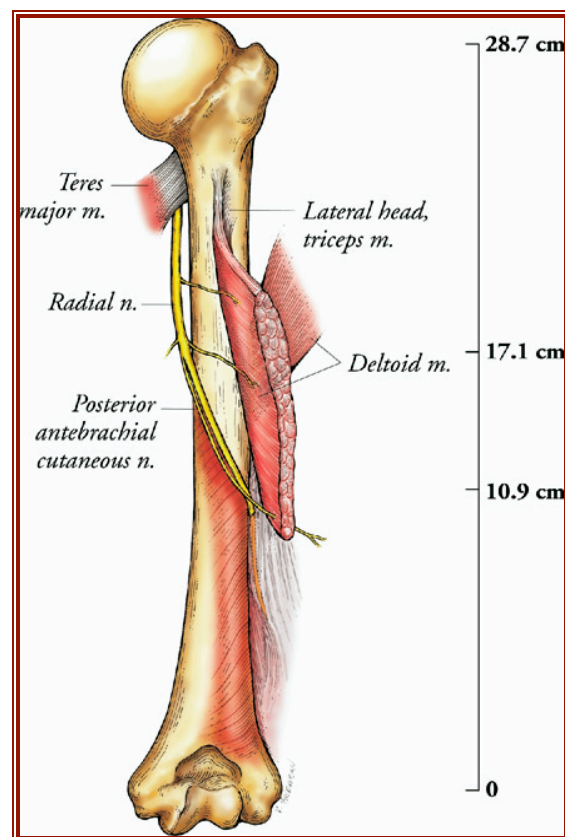


Fig. 23. Dibujo esquemático con medidas indicadoras de la relación del nervio radial con las señales óseas (Douglas Carlan et al. *The Radial Nerve in the Brachium: An Anatomic Study in Human Cadavers. The Journal of Hand Surgery* 2007(32A):1177-1183).

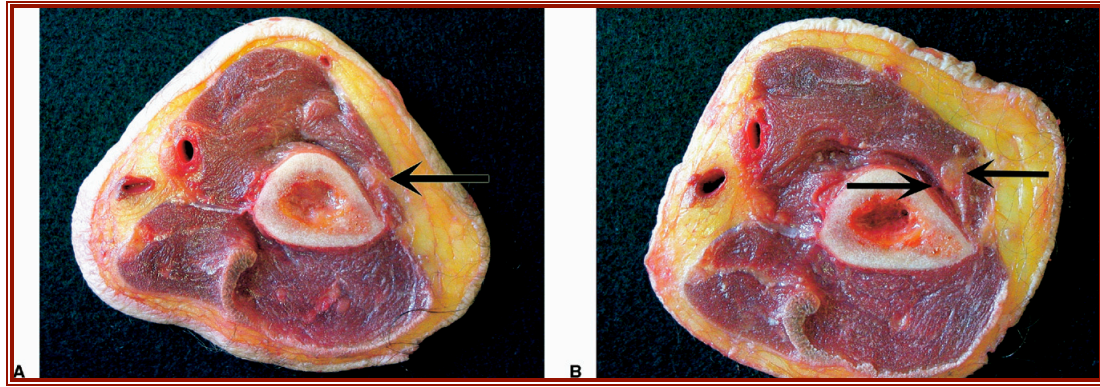


Fig. 24. Cortes de miembros superiores mostrándose la íntima relación del nervio radial con el aspecto lateral del húmero. A) Corte a nivel proximal de la inclinación metafisaria lateral del brazo derecho. B) Corte a nivel de la inclinación metafisaria lateral del brazo derecho (Douglas Carlan et al. The Radial Nerve in the Brachium: An Anatomic Study in Human Cadavers. The Journal of Hand Surgery 2007(32A):1177-1183).

El nervio radial está comúnmente bajo riesgo si la fractura está en la unión del tercio medio y distal de la diáfisis humeral y particularmente si la fractura están asociada a desplazamiento lateral del fragmento distal (Fig. 25). Es en este punto donde el nervio radial emerge del surco espiral y es envuelto mientras éste perfora el septum intermuscular. Éste no puede evitar el desplazamiento lateral del fragmento distal, y es por tanto frecuentemente dañado.

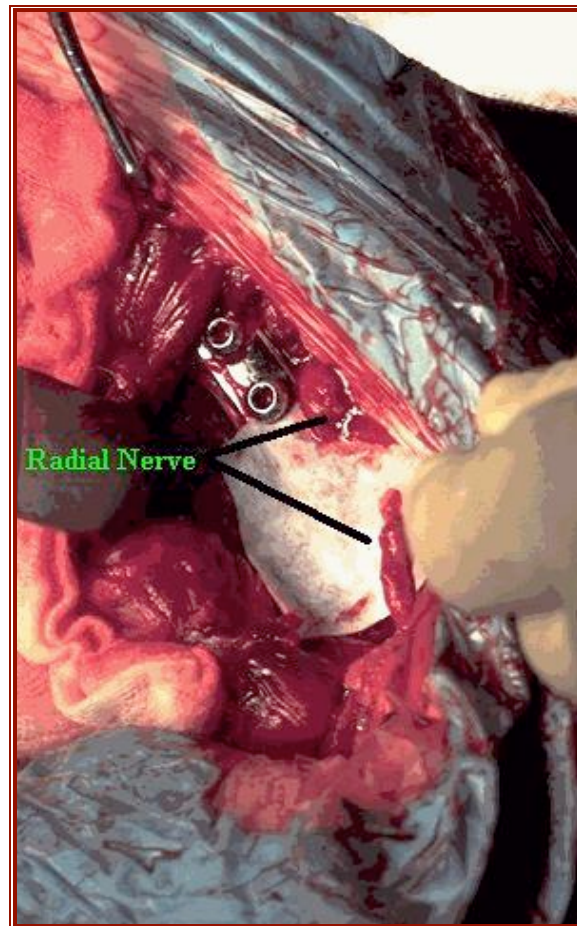


Fig. 25. *Imagen que muestra la afectación del nervio en un caso de fractura humeral del brazo derecho.*

Está documentado que más del 80% de las parálisis radiales secundarias a fracturas del húmero recuperan espontáneamente durante los tres primeros meses. Si la fractura no muestra gran conminución o desplazamiento y no existe una gran afectación de partes blandas y el traumatismo no es de gran energía, se opta por tratamiento ortopédico o quirúrgico con síntesis intramedular. Parece razonable mantener una actitud conservadora en la mayoría de los casos puesto que, tras el periodo de espera, si no se produce la recuperación, será más fácil definir la

extensión de la lesión y optar por una neurorrafia término-terminal o injerto, además de que los resultados de una intervención tardía dentro de plazos razonables son superponibles a los obtenidos después de reparaciones precoces.

En fracturas por alta energía, con conminución intensa, fracturas muy desplazadas, abiertas o secundarias a maniobras de reducción extemporánea y agresivas, la exploración, y en su caso reparación del nervio, están formalmente indicadas (Fig. 26 y 27). También es de gran valor la evidencia de daño severo de las partes blandas localmente y las abrasiones o hematomas cutáneos a lo largo del trayecto del nervio radial que nos sugerirán ruptura del nervio.

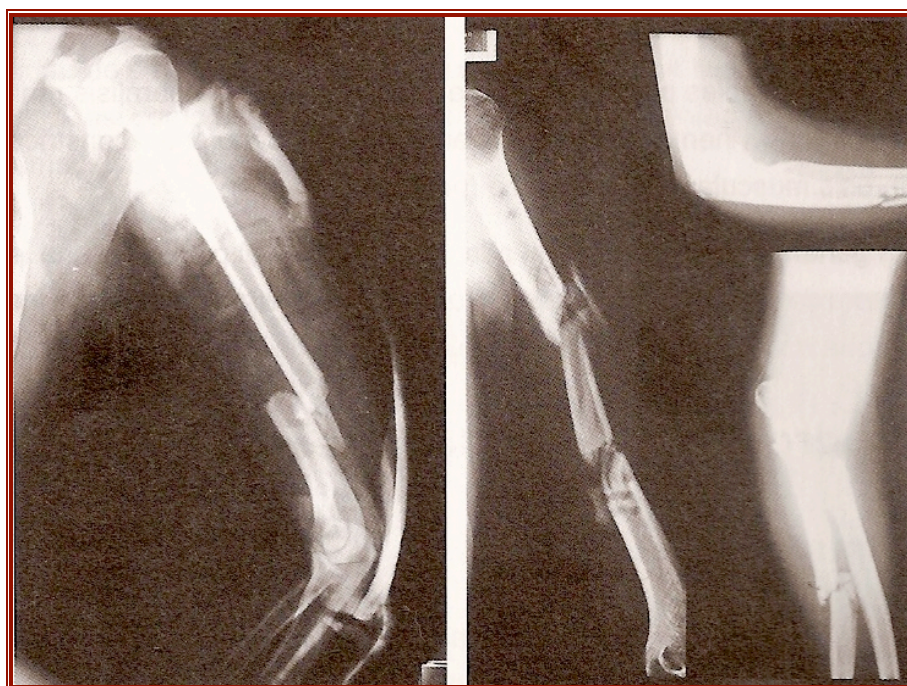


Fig. 26. Fracturas de húmero con conminución y acortamiento. Riesgo de atropamiento en el foco durante maniobras de reducción (García Lopez, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*. Ed. Momento Médico Iberoamericana.

Pág. 135-166).

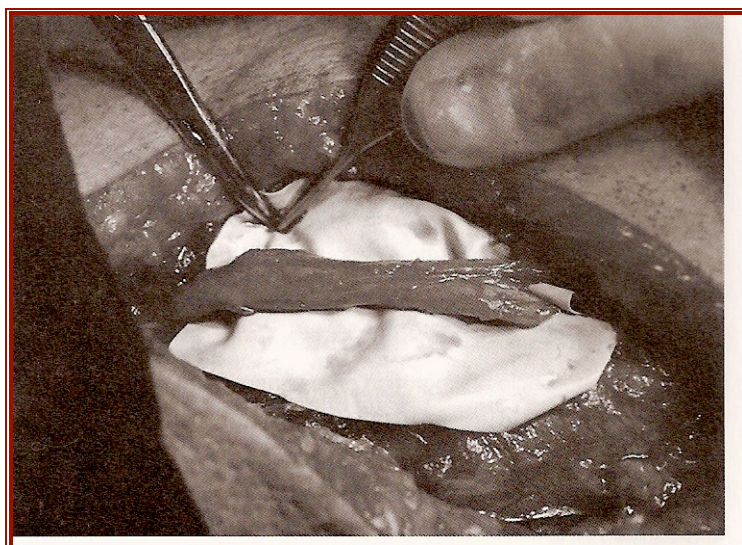


Fig. 27. Parálisis radial. Revisión quirúrgica (García López, A. *Neuropatías compresivas y de atrapamiento*.

Ed. Momento Médico Iberoamericana. Pág. 135-166).

Dado que la fijación por placas de fracturas de húmero aumenta el riesgo de daño del nervio radial, la transposición del nervio radial como posible solución ha sido planteada^{65,66}. Esto se debe al efecto de liberación por la transposición del nervio radial y a la facilitación de la osteosíntesis. La indicación ideal para una transposición anterior del nervio radial es una fractura oblicua de tercio medio de diáfisis humeral con parálisis radial en el momento de presentación⁶⁵.

1.2.4. Tumores e inflamaciones

La compresión del nervio radial puede ocurrir como consecuencia tanto de tumores benignos como malignos. El nervio radial es más susceptible de compresión externa cerca de los huesos y articulaciones donde los gangliones pueden formarse⁶⁷.

Tumores benignos que nacen del codo o del tercio superior del codo han sido descritos como causantes de parálisis del nervio interóseo posterior^{68,69}. Los lipomas son los tumores más frecuentemente implicados en la literatura como causantes de parálisis del nervio radial^{70, 71}. Sharrad⁷² describió un caso de parálisis del nervio interóseo posterior relacionado con un fibroma, Bowen y Stone⁷³ un caso de parálisis radial causado por un ganglión a nivel del codo, y Dharapak y Nimberg⁶⁴ un caso de compresión de nervio interóseo posterior resultante de un efecto masa por un aneurisma traumático.

La parálisis radial puede también resultar de tumores nerviosos. Los tumores de nervios periféricos pueden clasificarse en neoplasias de la vaina nerviosa, neoplasias con origen en células nerviosas, tumores metastáticos, neoplasias de origen no neural, y neuromas⁷⁴. Aunque pueden asociarse con compresiones significativas, los tumores nerviosos benignos tales como schwannomas, neurofibromas, o lipomas intraneurales, raramente resultan en parálisis nerviosas completas. Los tumores nerviosos que conllevan a parálisis deben ser evaluados completamente porque, a pesar de raros, son más frecuentemente malignos (como schwannomas malignos o fibrosarcomas de vaina nerviosa)⁶³.

1.3. PATOFISIOLOGÍA DEL DAÑO NERVIOSO

1.3.1. ANATOMIA

1.3.1.1. Topografía neural

En los aspectos más proximales de las extremidades, hay una significativa formación de plexos entre los fascículos, pero la topografía sensitiva y motora es específica. En los aspectos distales de las extremidades, la formación de plexos entre los fascículos es mucho menos extensa⁶⁰. Sunderland reportó que la topografía interna de los nervios periféricos se hacía más organizada a medida que ellos progresaban distalmente⁷⁴ (Fig. 28).

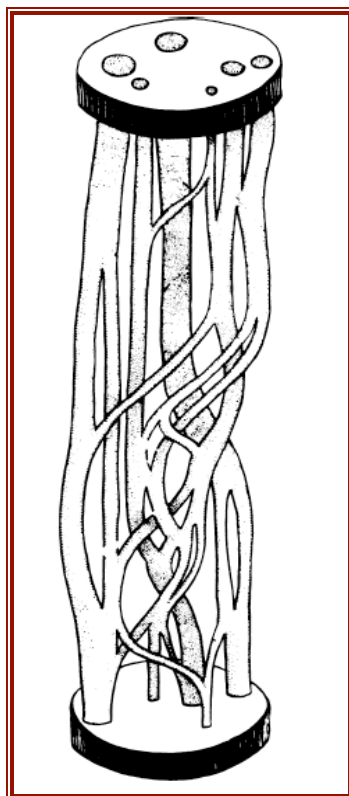


Fig. 28. Reconstrucción clásica de Sunderland de la topografía interna de un nervio periférico con marcada formación de plexos (Sunderland S. *The intraneural topography of the radial, median and ulnar nerves.* Brain 1945;68:243-99).

Jabaley vió que los fascículos nerviosos tenían significativamente menos conexiones interfasciculares o formación de plexos distalmente una vez comparados con proximal⁷⁵ (Fig. 29).

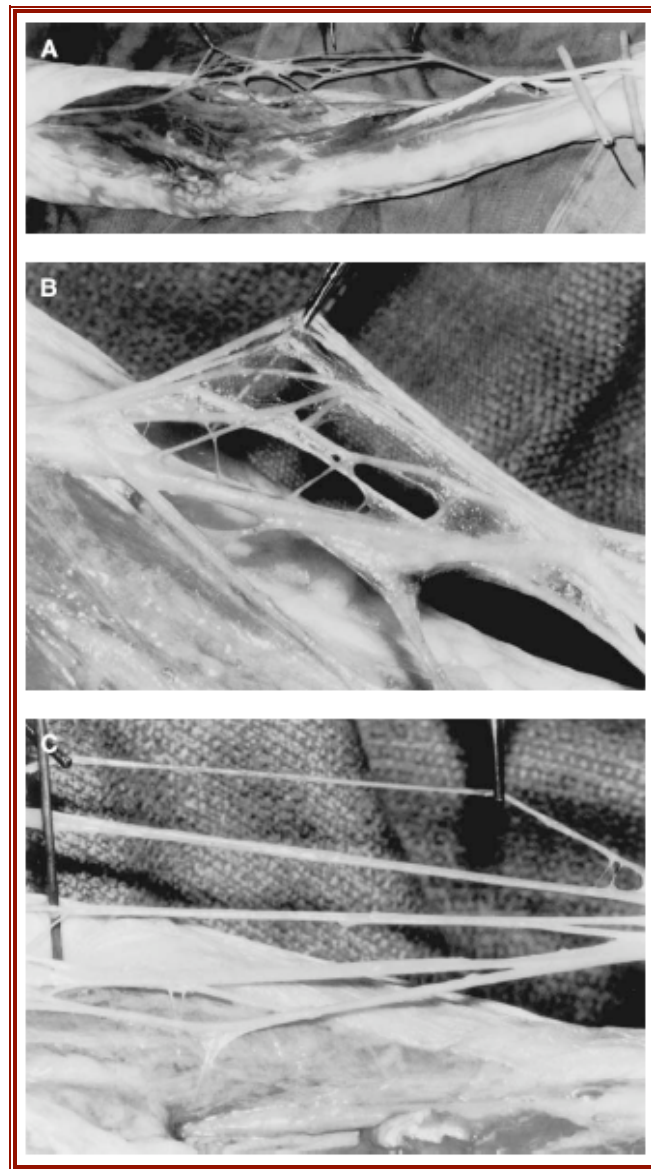


Fig. 29. Disección en cadáver que demuestra los fascículos del nervio mediano en la mano. Una visión más cercana permite ver la topografía intraneural proximal al codo. (Williams HB, Jabaley ME. The importance of internal anatomy of the peripheral nerves to nerve repair in the forearm and hand. *Hand Clin* 1986;2:289-707).

1.3.1.2. Respuesta Básica del Daño Nervioso

La sección de un nervio periférico inicia una cascada de eventos. Los cambios ocurren en el cuerpo celular, en el lugar del daño, y en los segmentos proximales y distales del axón⁷⁷ (Fig. 30).

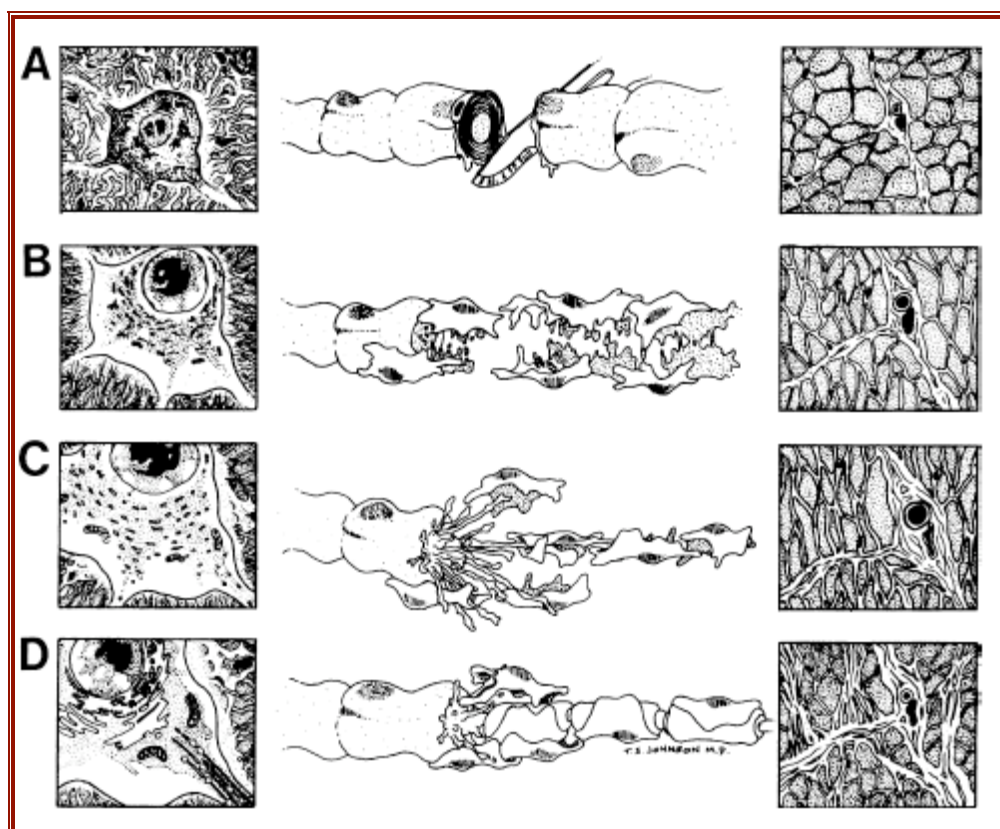


Fig. 30. Diagrama esquemático de la respuesta neural a una axotomía. (A) Apariencia normal del cuerpo celular neural tras un corte de un solo axón. El tejido muscular parece normal. (B) Cromatolisis por excentricidad nuclear, hinchazón nucleolar o disolución de los cuerpos de Nissl. Empieza el proceso de degeneración Valeriana. (C) Evidencia histológica de la cromatolisis. Mayor atrofia en el músculo diana. (D) La apariencia histológica del cuerpo celular vuelve a ser normal con el paso del tiempo. Reinervación exitosa del músculo parcialmente fibrosado. (Winograd J, Markinson S. *Peripheral nerve injuries: repair and reconstruction*. In: Mathis S, Hentz VR, editors. *Plastic surgery*. Philadelphia: Elsevier and Saunders; 2003).

La severidad del daño y la proximidad al cuerpo celular influyen en el grado de muerte celular neural. Cuanto más proximal al cuerpo celular es el daño, mayor daño celular neural tiene lugar. Ygge et al. estudiaron la sección del nervio ciático de la rata y encontraron un 27% de pérdida neuronal tras un daño proximal frente a un 7% de pérdida en caso de una daño distal. Similarmente, ellos encontraron que cuando más severo era el daño, más extensión proximal de daño sufría⁷⁸.

1.3.1.3. Receptores distales

Una vez denervados, las fibras musculares sufren un proceso de atrofia. El músculo estriado tras la denervación pierde entre el 80 y el 90% de su área seccional sin ninguna pérdida del número de fibras^{79,80}. Otros estudios indican que este proceso comienza en la primera semana de denervación⁴⁰. En tres meses de denervación, particularmente si ésta se acompaña de pérdida de actividad y movimiento, el músculo será reemplazado por fibrosis intersticial. En 2 a 3 años, el músculo parecerá ser esencialmente reemplazado por tejido cicatrizal o grasa⁸¹.

1.4. REPARACIÓN NERVIOSA, INJERTO, Y TRANSFERENCIA NERVIOSA

1.4.1. PROCEDIMIENTOS

La recuperación de una extremidad se puede lograr por reparación nerviosa o transferencia nerviosa, siendo esta última la transferencia de un

nervio en continuidad con la médula espinal al final de un nervio que ha perdido su continuidad con la médula^{45,48,51,82-93}. En la Tabla 1. se exponen los principales nervios donantes y el número de axones mielinizados.

Donor Nerve	Myelinated Axons
Intercostal	1300
Cervical plexus motors	4000
Spinal accessory	1700
Long thoracic	1600
Phrenic	800
C7	24,000
Ulnar (partial)	1600

Tabla 1. Principales nervios donantes en las transferencias nerviosas y el número de axones mielinizados
tomado de Malessy (J Neurosurg, 1993)

Es importante tener en cuenta que la mayoría de los axones de un nervio periférico no son funcionales después de una transferencia simple de nervio donante, debido a la diferencia de proporción de axones entre donante y receptor. Afortunadamente, la flexión del codo requiere únicamente unos cientos de axones funcionales. Acciones complejas, como la realizada por la musculatura intrínseca, requiere miles de axones y resultados óptimos no deben de esperarse después de transferencia nerviosa a estos músculos^{48,51,82,84,86-93}.

La neurorrafia es el procedimiento más sencillo de reparación. Si existe un defecto significativo, o si hay cicatrización o fibrosis, los injertos nerviosos son un buen método para evitar el asa fibrótica. Los lugares de obtención de injertos más comunes son el nervio sural y el cutáneo-medial;

en algunos casos se puede utilizar el cubital (avulsión C8-T1) siendo los resultados mejores al utilizar injertos en el tronco superior que en el inferior. Las avulsiones de raíz se deben tratar con procedimientos de transferencia nerviosa o muscular^{48,51,82,84,86-93}.

En caso de procederse a injerto nervioso éste debe ser interfascicular para lo cual resulta fundamental el estudio de la disposición anatómica de los distintos ramos nerviosos, sensitivos y motores. El injerto nervioso autólogo se ha mostrado en numerosas ocasiones con un alto grado de éxito⁹⁴⁻¹⁰⁵. No obstante, las lesiones del nervio interóseo posterior tratadas mediante injerto nervioso han tenido una recuperación superior de manera consistente¹⁰⁶.

El uso de transferencias nerviosas ha sido un gran avance en el campo de la cirugía reconstructiva del plexo braquial y de los nervios en general. Existen algunos principios a adoptar para mejorar al máximo los resultados en la neurotización⁸⁷.

El primero consiste en reinervar el nervio receptor lo más cerca al músculo objetivo. Ejemplo de esto consiste en la transferencia de un fascículo del nervio cubital directamente a la rama del musculocutáneo hacia el bíceps, en su entrada al músculo⁸⁷.

El segundo principio consiste en realizar una reparación directa sin intervención de injertos con resultados favorables, por ejemplo, la transferencia intercostal hacia el musculocutáneo. Friedman y colaboradores⁸⁷ utilizaron técnicas que involucraban tres nervios

intercostales (3º a 5º intercostales) hacia el músculocutáneo, sin interposición de injerto. Encontraron un grado 3 (Tabla 2) de mejoramiento de función en el 50% de los pacientes, así como evidencia detallada de función independiente de la función del bíceps, sin movimientos respiratorios sincinéticos, determinando una plasticidad cortical validada por estudios electrofisiológicos y de imágenes de mapeo cerebral.

GRADOS	DESCRIPCION
M 0 Nula	No contracción muscular
M 1 Indicios	Indicios de contracción
M 2 Pobre	Movimiento activo sin gravedad
M 3 Aceptable	Movimiento activo contra la gravedad
M 4 Buena	Movimiento activo contra resistencia
M 5 Normal	Fuerza normal

Tabla 2. Graduación de la Fuerza Muscular.

El tercer principio consiste en usar combinaciones de unidades neuromusculares de similar comportamiento potenciado cuando se escoge un donante y receptor agonistas, así como readaptación cortical, constituyen la base fisiológica de la recuperación funcional. Esto puede explicar por qué nervios donantes intraplexo (Ej.: nervio pectoral medial- nervio musculocutáneo) alcanzan mejores resultados comparados con nervios

extraplexo. (Ej.: nervio intercostal- musculocutáneo)⁸⁷. Malessy y cols.⁸⁶ en un estudio donde 11 pacientes presentaron avulsión traumática de raíces del plexo braquial, 9 pacientes fueron intervenidos practicándose neurotización de nervio intercostal al musculocutáneo y posteriormente se realizó resonancia magnética funcional. El objetivo fue la contracción del músculo bíceps y observar los cambios a nivel de la corteza cerebral. Demostró que la reactivación del “input” neural para la contracción del bíceps, reflejada en la resonancia magnética funcional, es inducida por una reinervación exitosa del bíceps. (La actividad cerebral no siguió la misma vía para alcanzar el bíceps) Concluye que la presencia de un “input” común de respuesta entre neuronas corticales del nervio intercostal (donante) y musculocutáneo (receptor) es crucial para obtener un resultado funcional luego de una transferencia nerviosa. Es el mismo “input” necesario entre donante y receptor en todos los tipos de transferencia nerviosa para ser funcionalmente efectivos¹⁰⁷⁻¹¹⁰.

Un cuarto principio a tomar en cuenta es que se debe realizar la neurotización lo más temprano posible para mejorar la evolución posquirúrgica⁸⁷.

1.4.2. PRINCIPIOS DE REPARACIÓN NERVIOSA

Los resultados de la reparación nerviosa han mejorado significativamente con el advenimiento de las técnicas microquirúrgicas¹¹¹. Hanno Millesi fue el pionero en estas técnicas, enfatizando la reparación sin

tensión¹¹². Los principios básicos de la reparación nerviosa han permanecido durante muchos años sin cambios. Estos principios incluyen:

- Cuantificación preoperatoria de los sistemas motores y sensitivos.
- Técnica microquirúrgica, incluyéndose la magnificación, instrumentación, y microsuturas.
- Cuando no es posible la reparación directa libre de tensión, usar un injerto nervioso de interposición.
- Reparación primaria cuando lo permiten las condiciones.
- Retraso en la reparación de aproximadamente 3 semanas en casos donde la reparación primaria no es óptima (ej, trauma severo o pérdida de tejido nervioso).
- Movilización precoz protegida para permitir el deslizamiento nervioso.
- Terapia ocupacional y física para mantener el rango de movimiento y asistencia en la reeducación postoperatoria sensitiva y motora para maximizar el resultado clínico.

1.4.2.1. Técnicas de Reparación Nerviosa

Las técnicas microquirúrgicas han revolucionado el manejo de los daños nerviosos¹¹¹. Una adecuada magnificación es requerimiento para una reparación técnicamente buena. En general, el microscopio quirúrgico debe ser utilizado. No obstante, las lupas quirúrgicas son adecuadas en áreas donde la colocación del microscopio es dificultosa. Las reparaciones son llevadas a cabo con nylon de 9-0 ó 10-0. Los cabos nerviosos son preparados

previamente siendo éstos cortados con cuchillas del Nº 15 en un soporte rígido. La primera sutura debe realizarse floja para facilitarse el óptimo alineamiento de los cabos nerviosos con el resto de las suturas.

Diversos estudios han demostrado que cuanto más distal es el daño nervioso, más fácilmente es realizada la separación de los fascículos nerviosos y demuestran menos entrecruzamientos en largas distancias¹¹³⁻¹¹⁵.

El nervio radial propio se divide en el nervio radial superficial y el nervio interóseo posterior a nivel del supinador, pero ellos pueden dividirse proximalmente 9 cm sin ninguna interconexión entre ambos, permaneciendo bien separados hasta el nivel del surco espiral humeral¹¹⁶.

1.4.2.2. *Histoquímica*

La tinción histoquímica enzimática ha sido utilizada para la separación de las fibras motoras de las sensitivas. La tinción con thiocholine puede usarse para identificar la colinesterasas en las neuronas motoras, y la anhidrasa carbónica para las fibras sensitivas.

1.4.2.3. *Estimulación electrofisiológica*

La estimulación eléctrica de los fascículos motores del cabo distal puede desencadenar una contracción motora sólo en las primeras 72 horas tras el insulto nervioso. Para lesiones más allá de la ventana de 72 horas,

técnicas anatómicas se deben usar para la identificación distal de los fascículos.

La estimulación de los fascículos motores desencadena un dolor sordo en la extremidad. Por el contrario, la estimulación de un fascículo sensitivo al mismo nivel da lugar a un dolor más intenso y cortante en un territorio sensitivo específico.

1.4.3. TRANSFERENCIAS NERVIOSAS PARA RECONSTRUIR EL NERVIO RADIAL

La recuperación de la función motora tras una transferencia nerviosa depende del número crítico de axones que reinervan las fibras musculares en un periodo de tiempo específico⁶.

El nervio mediano presenta un número limitado de variaciones anatómicas en el antebrazo; por ello, proporciona distintas fuentes de transferencias nerviosas al nervio radial distal¹¹⁷. El nervio mediano proporciona gran número de ramas nerviosas redundantes al grupo muscular del flexor digitorum superficiales las cuales pueden ser transferidas en ciertas situaciones. La rama nerviosa del músculo palmaris longus también puede ser sacrificada si no se requiere para futuras transferencias tendinosas¹¹⁸. También se ha descrito la transferencia de ramas motoras redundantes o prescindibles de la inervación procedente del nervio mediano al extensor carpi radialis brevis en el antebrazo proximal para reinervarse los músculos extensores de los dedos y de la muñeca⁵. No

obstante, se requiere de aun más experiencia con esta técnica antes de recomendaciones definitivas para su uso.

Igualmente, el nervio radial puede ser reconstruido mediante una transferencia nerviosa usándose una porción redundante del nervio cubital que suple el Flexor Carpi Ulnaris, FCU.

La rama para el tríceps del nervio radial está generalmente disponible como un donante motor en lesiones del nervio radial dado su origen proximal en la axila.

La función extensora del codo es importante para la estabilización del codo sin la mano contralateral y para permitirse una garra útil. La transferencia de nervios intercostales al nervio de la cabeza larga del tríceps puede restaurar la función en caso de parálisis del plexo braquial⁶.

En paciente jóvenes, estas lesiones generalmente son mejor manejadas usándose injertos nerviosos intercalados. En cambio en pacientes añosos, la porción proximal del nervio radial puede ser transferida al nervio axilar para conseguirse una rápida reinervación del músculo deltoides. Entonces, el déficit nervioso radial puede ser entonces manejado usándose las tradicionales transferencias tendinosas¹¹.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

1. Establecer la relación anatómica y topográfica del ramo motor respecto al sensitivo del nervio radial desde su individualización en nervio interóseo posterior y nervio radial superficial a nivel del antebrazo hasta su origen en el plexo braquial.
2. Medir la distancia desde la salida del nervio radial por la cara posterior del húmero hasta la separación de los fascículos sensitivo y motor.
3. Establecer la distancia desde la salida del nervio radial de la cara posterior del húmero hasta las interdigitaciones-conexiones entre los distintos fascículos proximalmente a la división de ambos.
4. Comprobar la presencia de diferencias entre brazos, derecho e izquierdo, en cada una de las mediciones a estudiar.
5. Aplicación clínica de su situación topográfica intranerviosa del ramo motor con respecto al ramo sensitivo para situaciones de sección y/o pérdida de sustancia, lesiones traumáticas y/o lesiones tumorales.

MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Para la investigación se realizaron disecciones anatómicas en 50 miembros superiores de 25 cadáveres conservados en formaldehído.

3.2. TÉCNICA DE DISECCIÓN

Con el brazo en adducción y antebrazo en supinación, se realiza incisión en borde externo del antebrazo exponiéndose la musculatura extensora y el músculo braquiorradial. Es a este nivel donde se aísla el componente sensitivo distal radial denominado comúnmente en la literatura como el *nervio radial superficial* (Fig. 31).

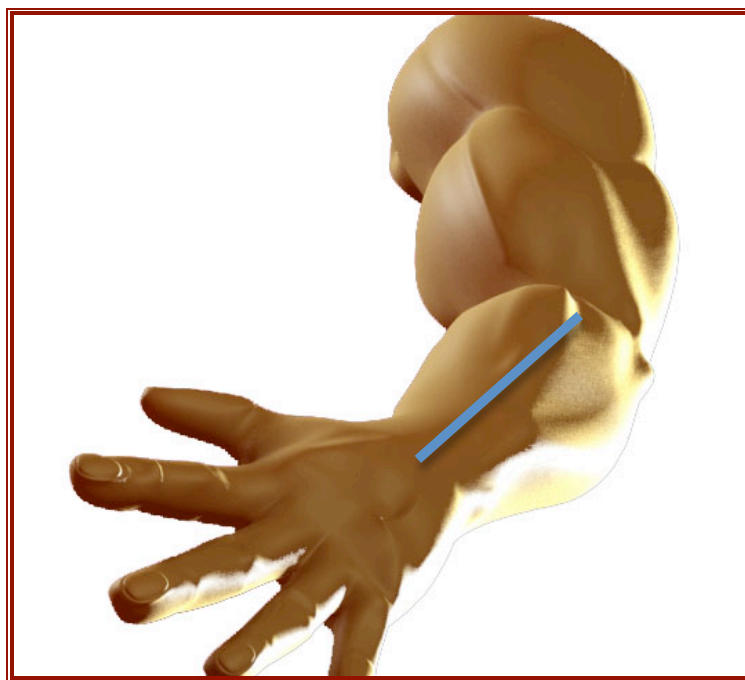


Fig. 31. Simulación que refleja la posición del antebrazo durante su disección a nivel de la individualización de las fibras sensitivas y motoras en los nervios interóseo posterior y nervio radial superficial.

Dicho nervio es disecado proximalmente hasta el lugar de división de los nervios interóseo posterior y nervio radial superficial. Una vez identificada dicha estructura, se aísla proximalmente el nervio radial y distalmente el nervio interóseo posterior.

Reconocidas todas las estructuras referidas se procede a la identificación y señalización, con estilógrafo quirúrgico, de la articulación del codo y de la división de los dos componentes fasciculares del nervio radial a este nivel, componente sensitivo (superficial) y motor (interóseo posterior).

Posteriormente se incide lateralmente en el brazo entre los músculos bíceps y tríceps, continuándose dicha incisión suprayacentemente a la “V” deltoidea y posteriormente supraclavicularmente justo detrás del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo, con dirección inferior, cruzando la clavícula y dirigiéndose al triángulo deltopectoral (Fig. 32).

Con el objetivo de la exposición del nervio radial en el tercio distal del brazo, se procede a la identificación de la fascia profunda del brazo y apertura del septum lateral intermuscular, disecándose los músculos braquialis y bíceps en toda su extensión. Dicho nervio se sigue proximalmente procediéndose a su marcaje a nivel del borde lateral del hueso húmero inmediatamente después de su cruce posterior al hueso húmero y de la salida de la rama nerviosa que inervará la cabeza medial del músculo tríceps.

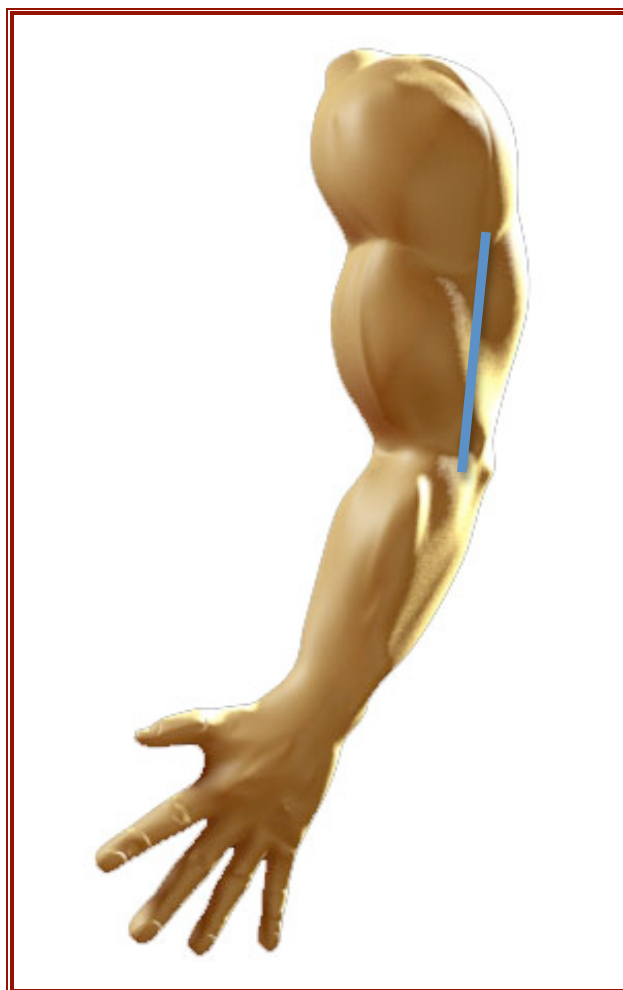


Fig. 32. Simulación que refleja la posición del brazo durante su disección a nivel del tercio del brazo para la posterior disección interfascicular.

Una vez procedido a los marcajes con tinta de los niveles indicados, se procede a la toma de medidas. En primer lugar se obtiene la distancia desde la salida lateral a nivel humeral del nervio radial hasta su división en sus dos ramas terminales. En un segundo tiempo se mide la distancia desde la salida lateral del nervio radial a nivel humeral hasta la articulación del codo.

Obtenidas dichas medidas, se continúa con la disección e individualización del nervio hasta nivel de su salida plexal. Con dicho objetivo se procede en un primer momento a aislar el nervio radial en la

cara posterior del brazo objetivándose la salida de ramas nerviosas con destino en el músculo tríceps. Una vez conseguido esto, es cuando la posición del miembro cambia por la de abducción y rotación externa (Fig. 33). Es en esta posición en la que se aborda el plexo y la salida del nervio radial del mismo mediante la desinserción costal de ambos músculos pectorales (Fig. 34).

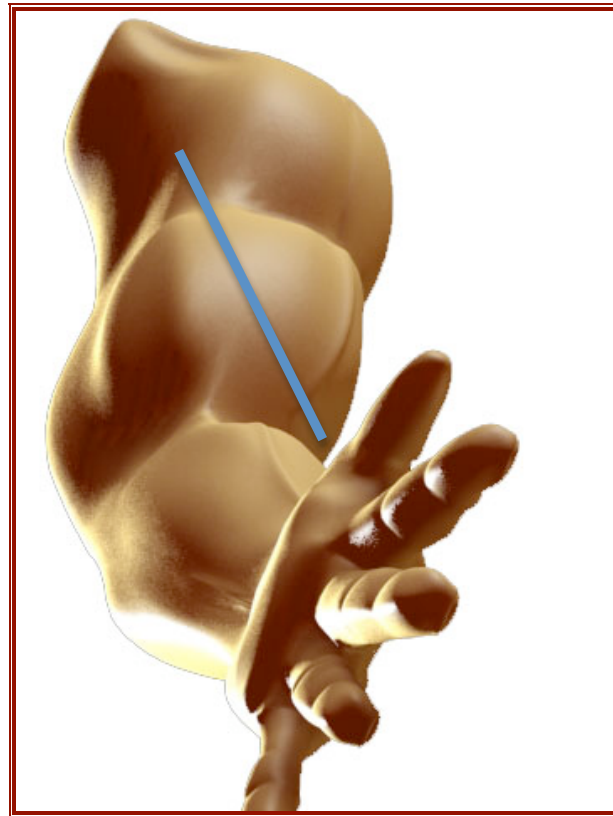


Fig. 33. Simulación que refleja la posición del brazo en abducción y rotación externa para su disección plexal.

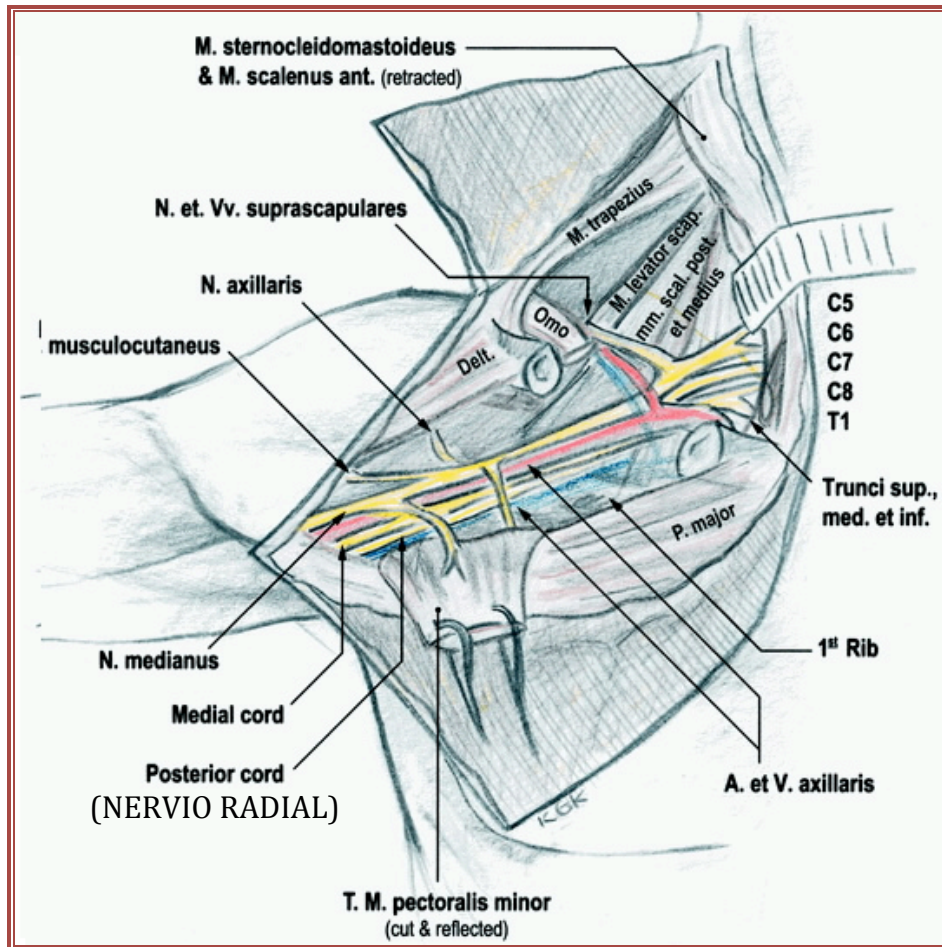


Fig. 34. Anatomía del Plexo Braquial (Neal, Reg Anesth Pain Med, 2002).

Tras alcanzarse el plano de los distintos ramos nerviosos y el aislamiento vascular de éstos, se identifica el nervio radial tanto distalmente como proximalmente a nivel interno del brazo. Es así como se consigue la individualización completa del nervio radial en todo su recorrido.

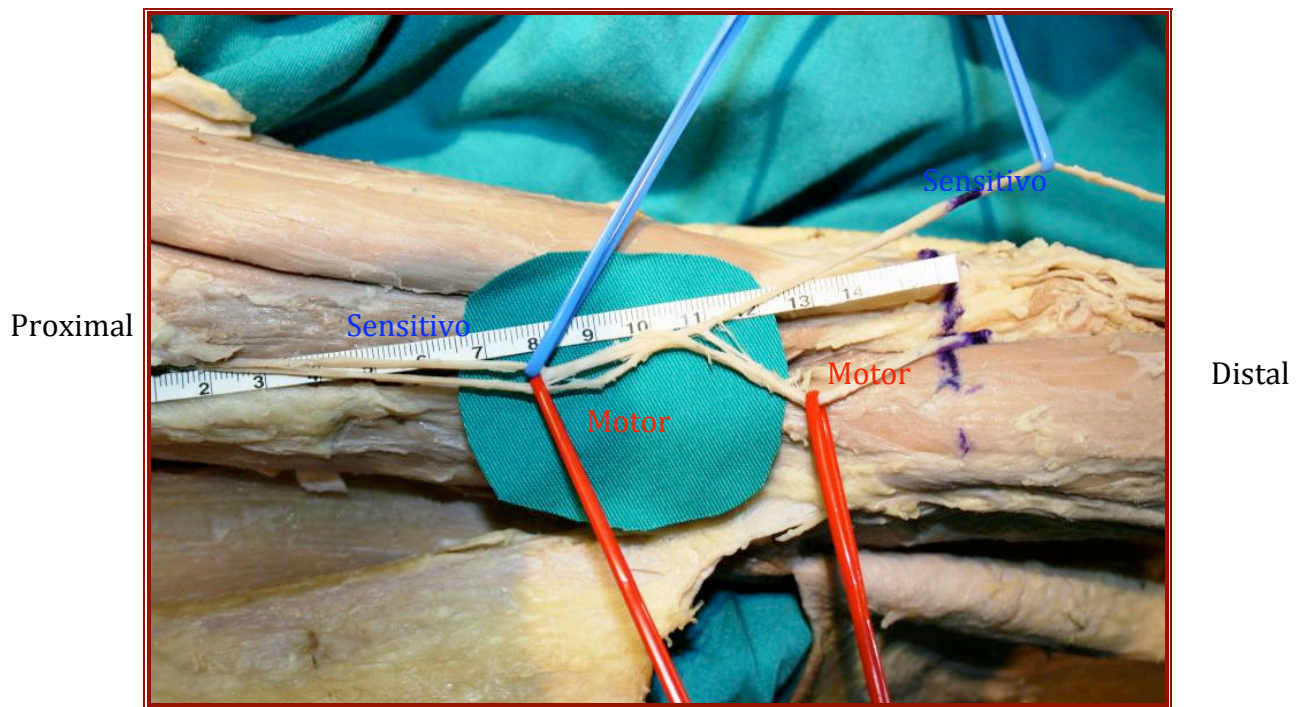


Fig. 35. Imagen obtenida tras la disección interfascicular del nervio radial a nivel de brazo derecho

Es entonces cuando comenzamos la división microquirúrgica de forma retrógrada de los distintos componentes nerviosos, motor y sensitivo (Fig. 35 y 36).

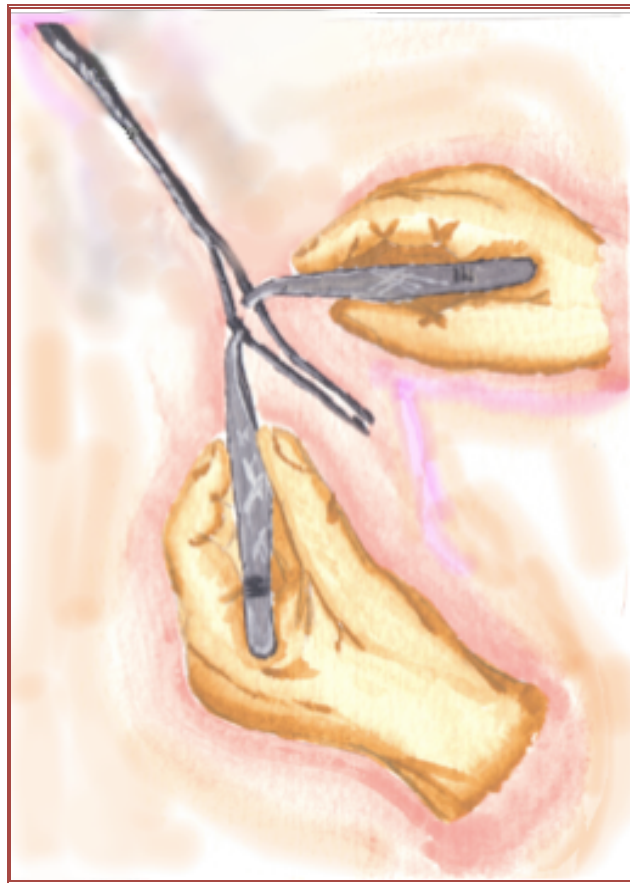


Fig. 36. Esquema donde se representa la disección retrógrada utilizada para localizar la posición anatómica de los ramos motor y sensitivo.

Para dicho procedimiento, se requirió de la ayuda de gafas lupa Zeiss de 3,3 aumentos e instrumental microquirúrgico (Fig. 37).



Fig. 37. Gafas Lupa Carl Zeiss EyeMag Pro 3,3x

Así se consigue establecer la posición anatómica del nervio radial en cada uno de sus trayectos. Es importante indicar que para un mejor reconocimiento iconográfico los fascículos sensitivos son aislados mediante un vesseloop azul, mientras que los motores son aislados mediante un vesseloop rojo.

Finalmente, se realizaron fotografías mediante cámara réflex digital, marca Canon EOS 400D de 10,0 megapixel.

Nota explicativa fotos disección:

¹ Las ilustraciones que se muestran a la derecha de las fotografías obtenidas tras la disección simulan el brazo intervenido (derecho o izquierdo), posición del miembro superior y zona en que se realiza la disección.

² Color de "Vesseloop":

- Azul: tracciona de componente sensitivo
- Rojo: tracciona de componente motor
- Amarillo: tracciona de nervio radial, proximal, sin disecar

3.3. DISECCIONES DEL NERVIO RADIAL EN EL CADÁVER

CADÁVER 1

Nervio Radial Derecho

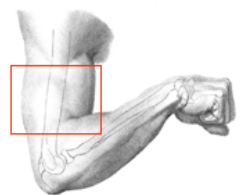
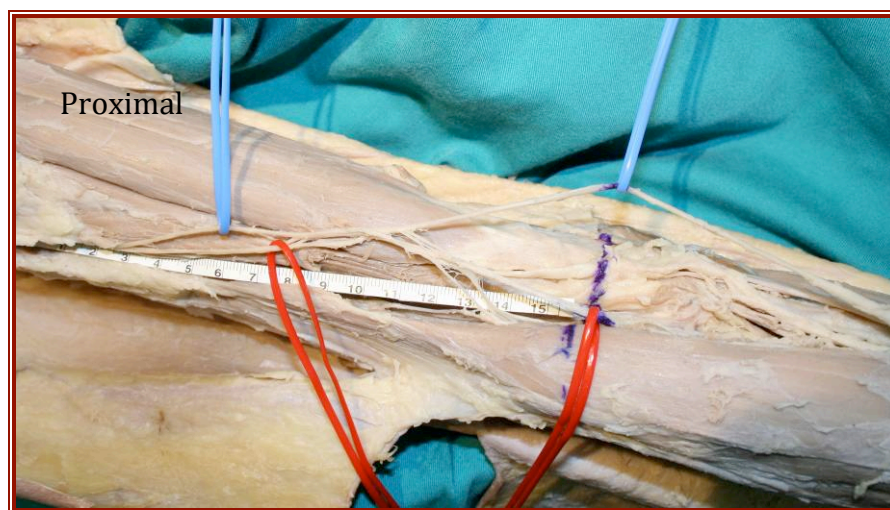
A nivel del brazo

Previo a Microdissección

Distancia salida lateral – Articulación codo: 16 cm.

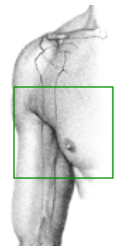
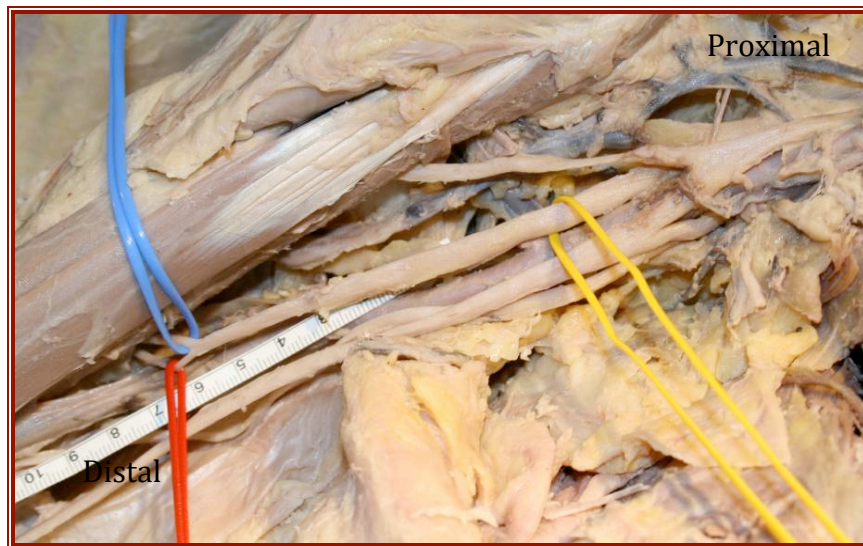
Distancia salida lateral – División fascículos: 17 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 7; 9,5; 11 cm.

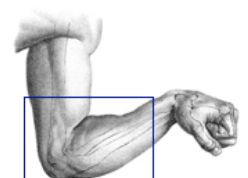
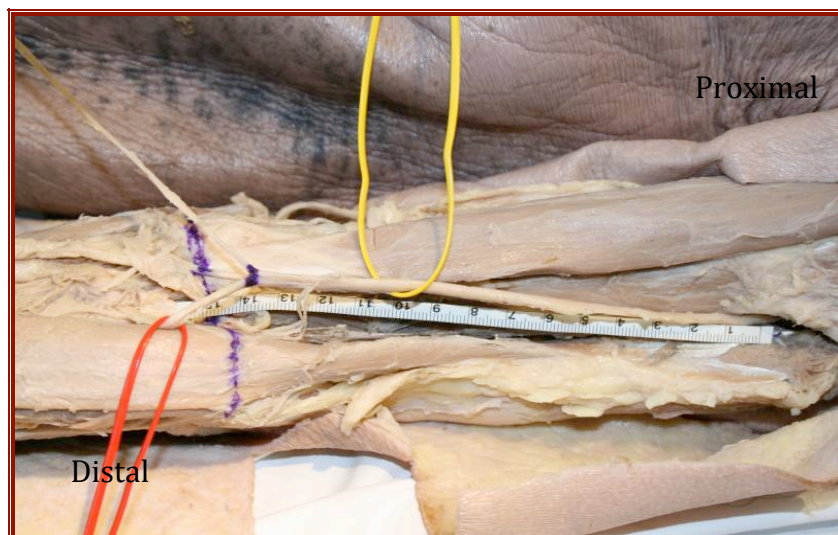
A nivel del plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

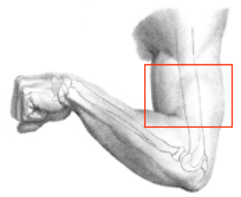
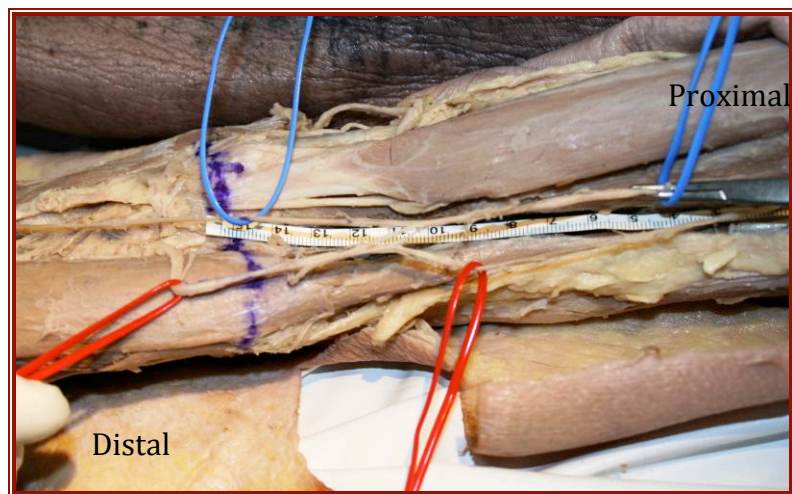
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

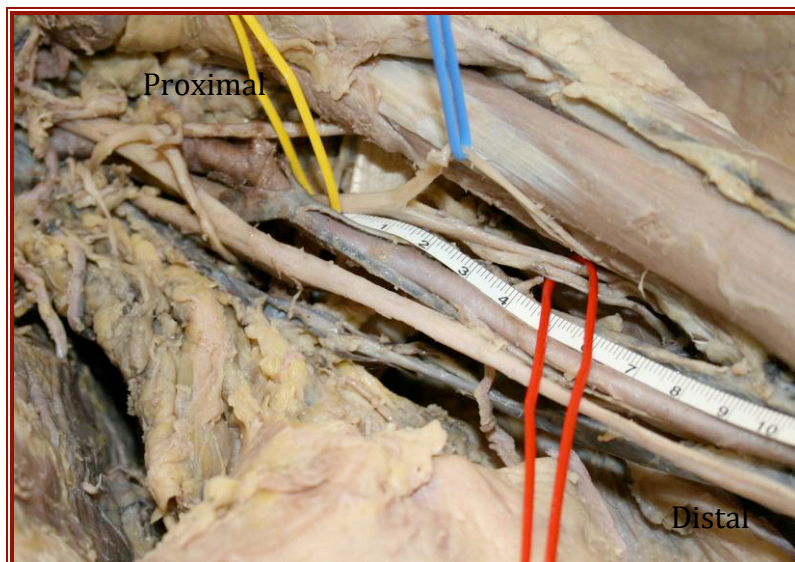
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 9 cm.

A nivel del plexo

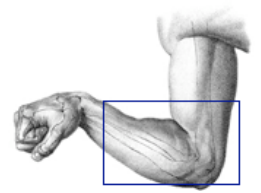
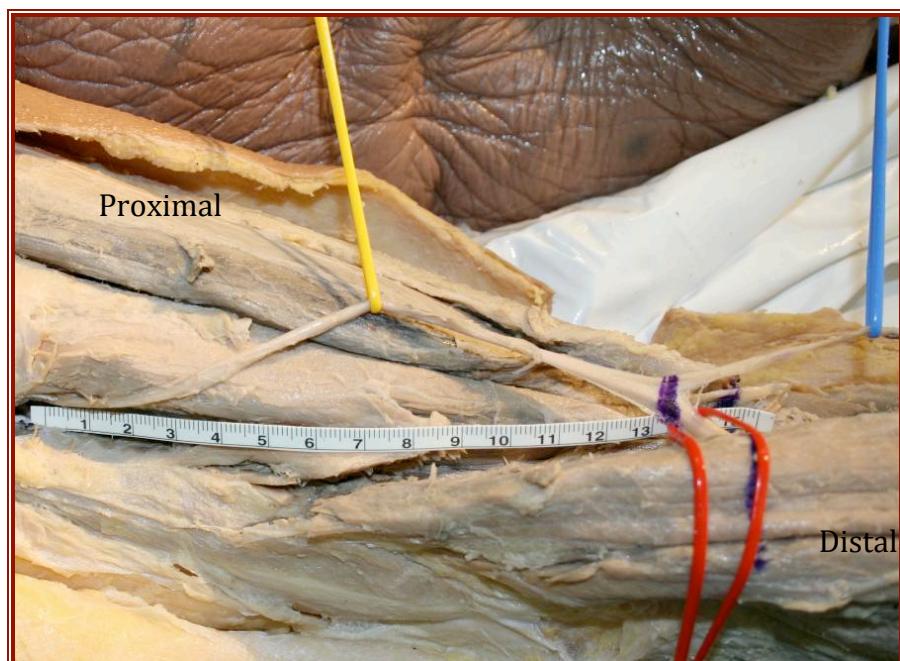


CADÁVER 2

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

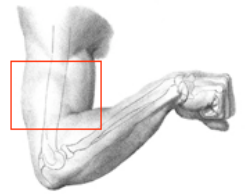
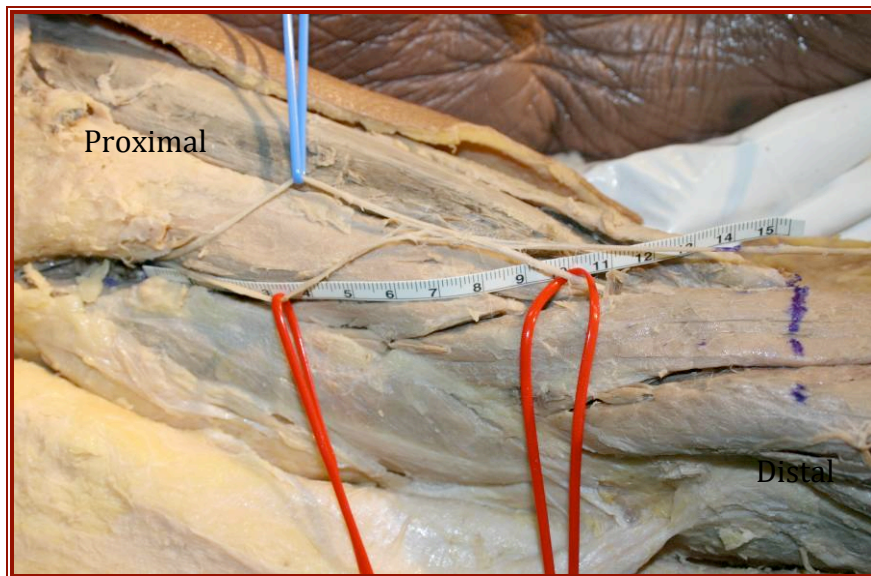
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

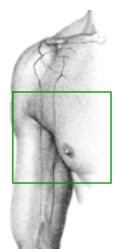
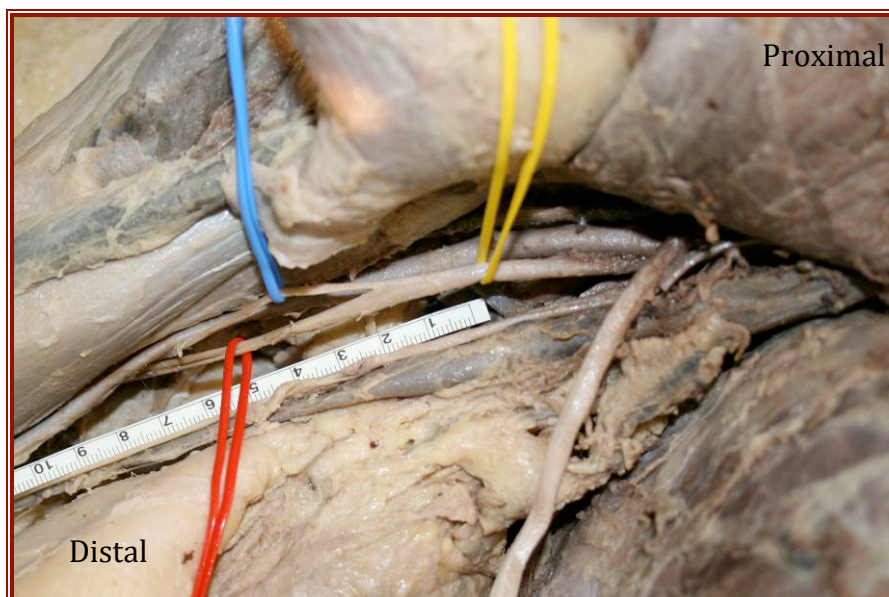
Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6,5 cm.

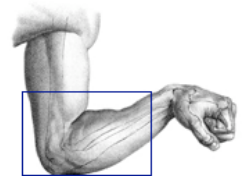
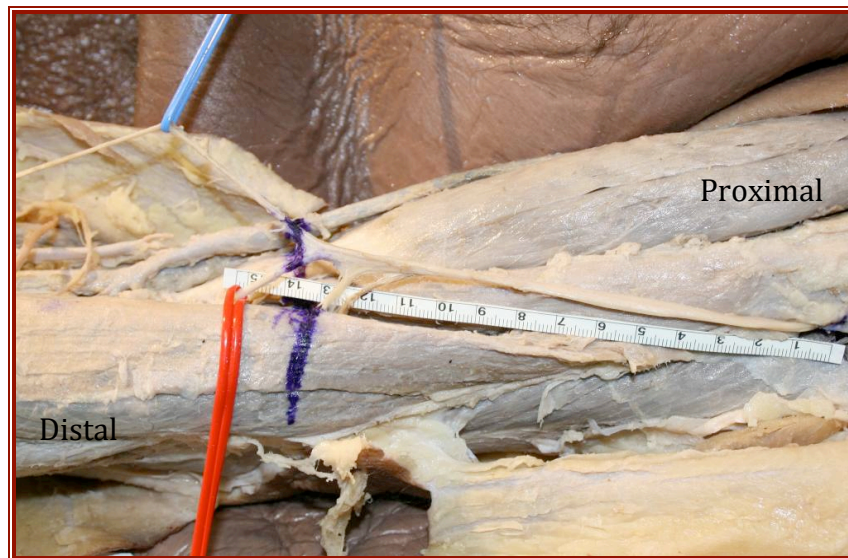
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

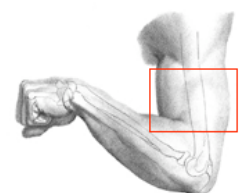
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

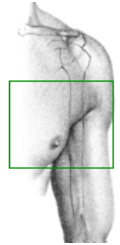
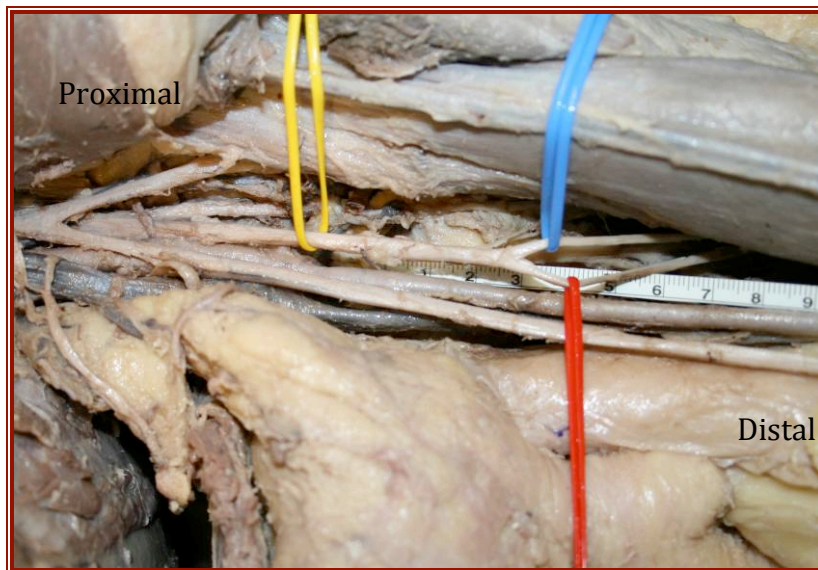
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 6,5 cm.

A nivel del Plexo

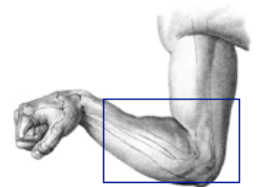
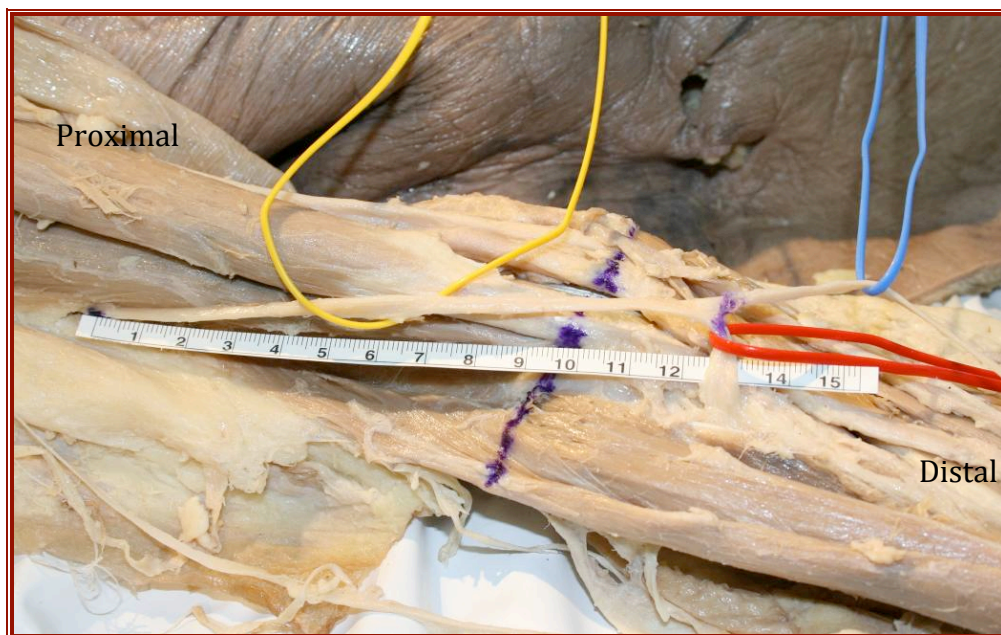


CADÁVER 3

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 11 cm.

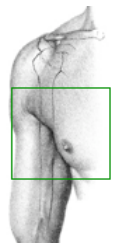
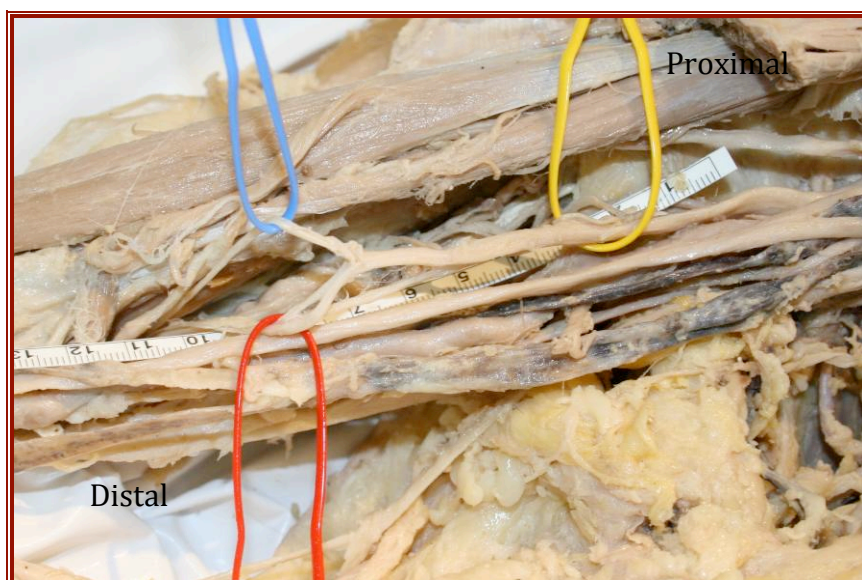
Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 5 cm.

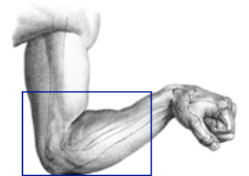
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

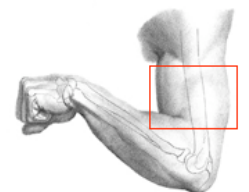
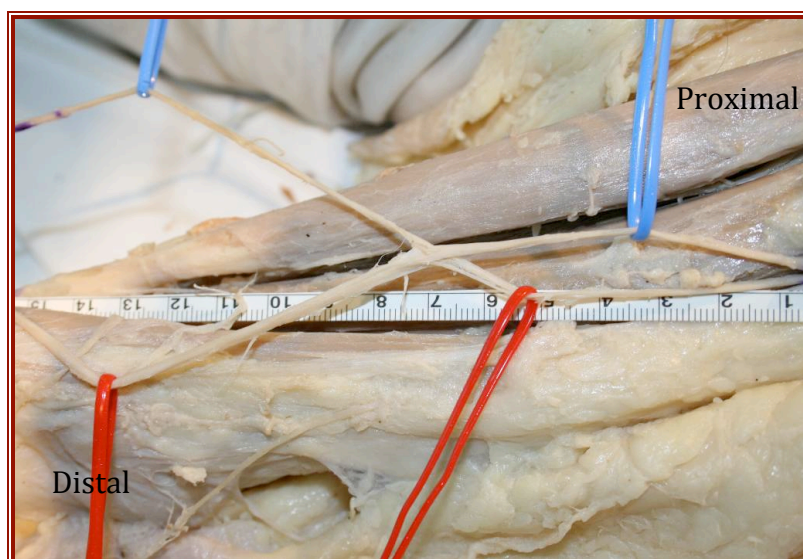
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

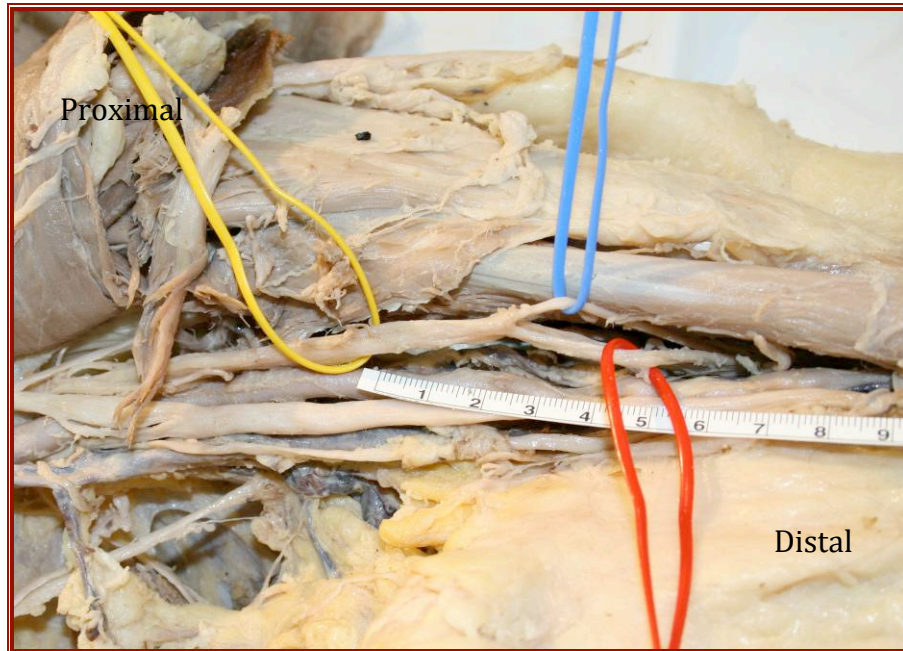
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral –Entrecruzamientos: 3 y 5 cm.

A nivel del Plexo

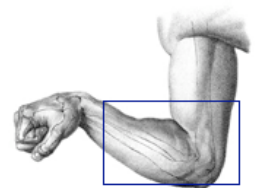
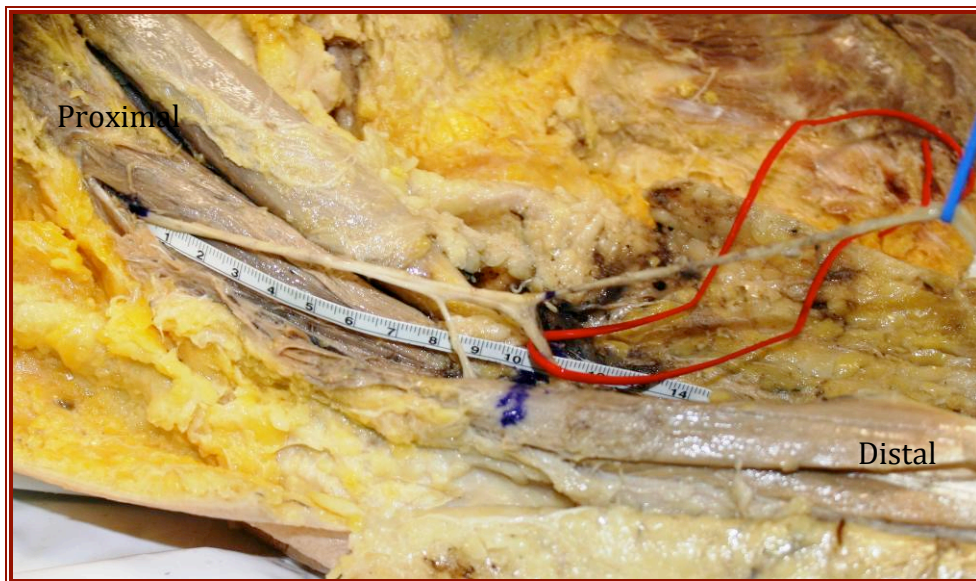


CADÁVER 4

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

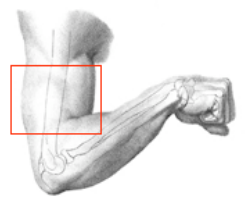
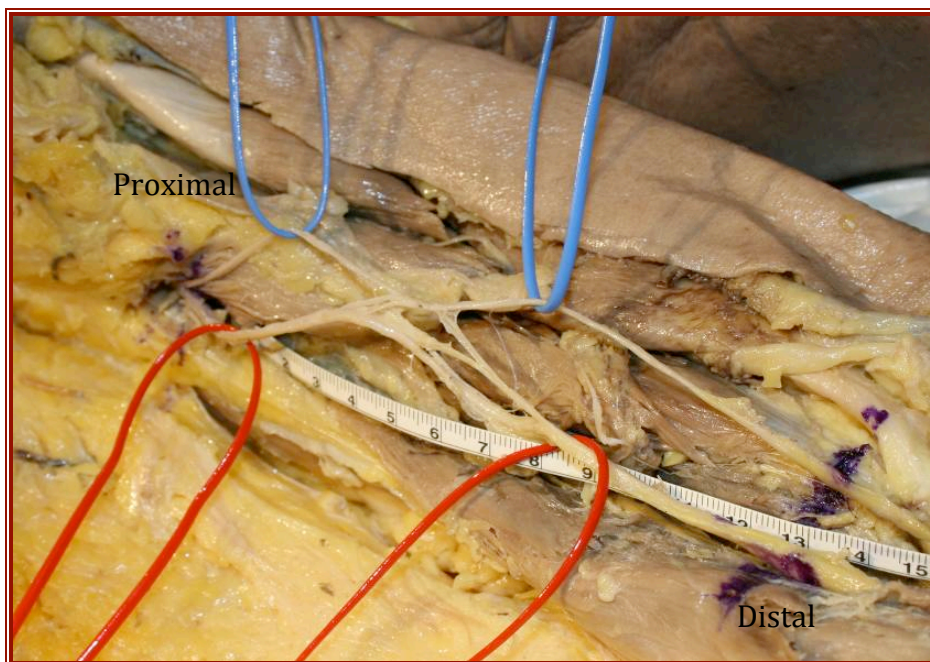
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10 cm.

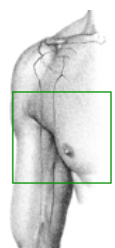
Distancia salida lateral – División fascículos: 10 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral -Entrecruzamientos: 4 cm.

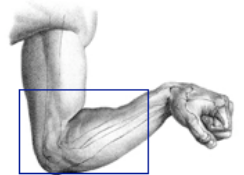
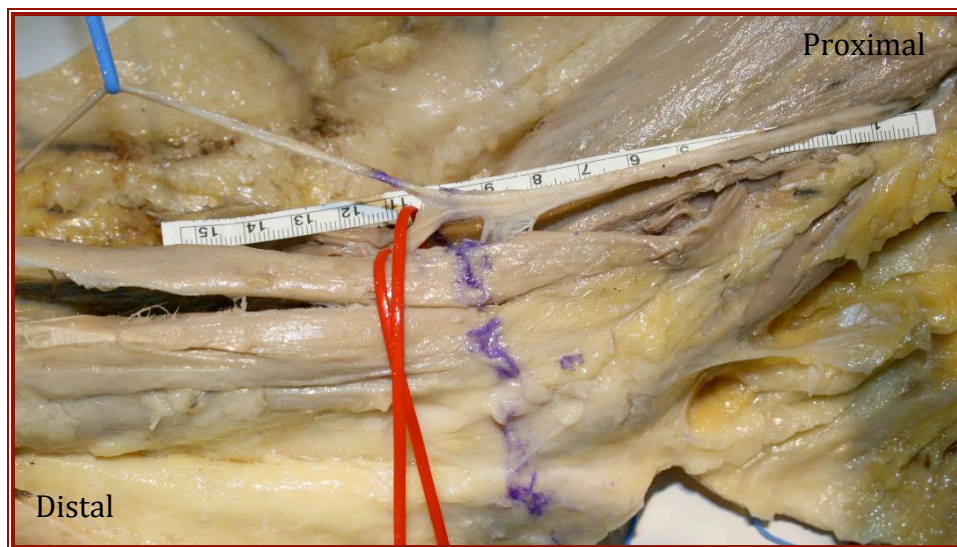
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

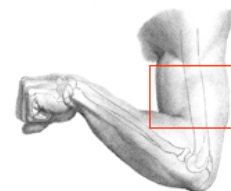
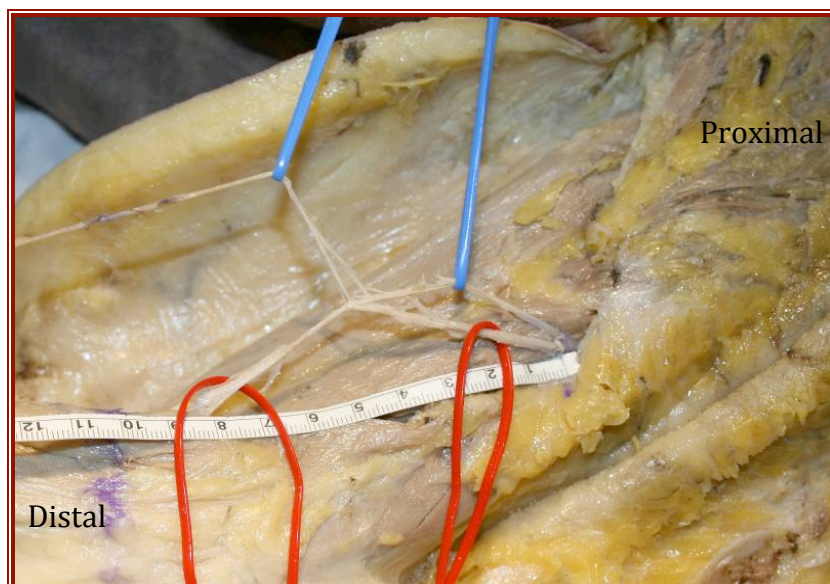
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10,5 cm

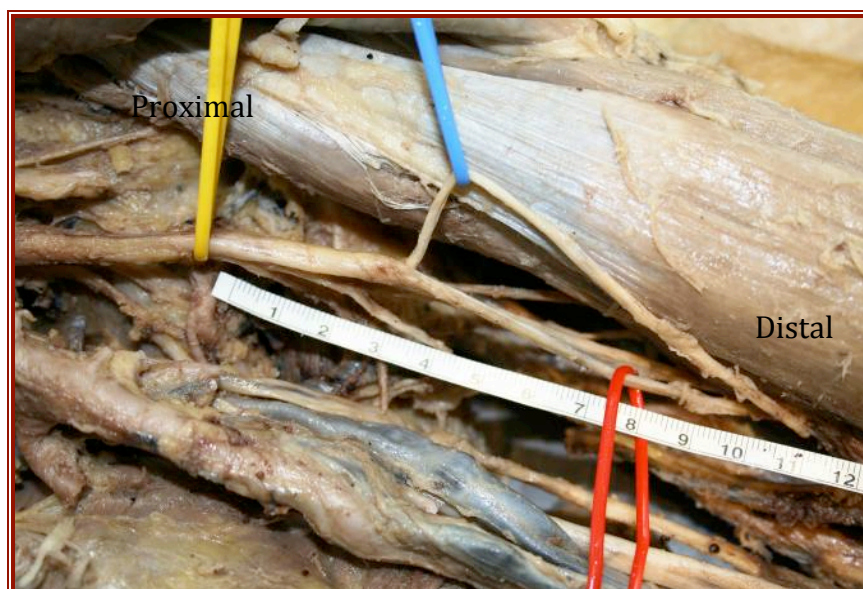
Distancia salida lateral – División fascículos: 10,5 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 cm.

A nivel del Plexo

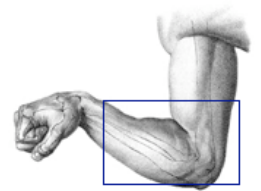
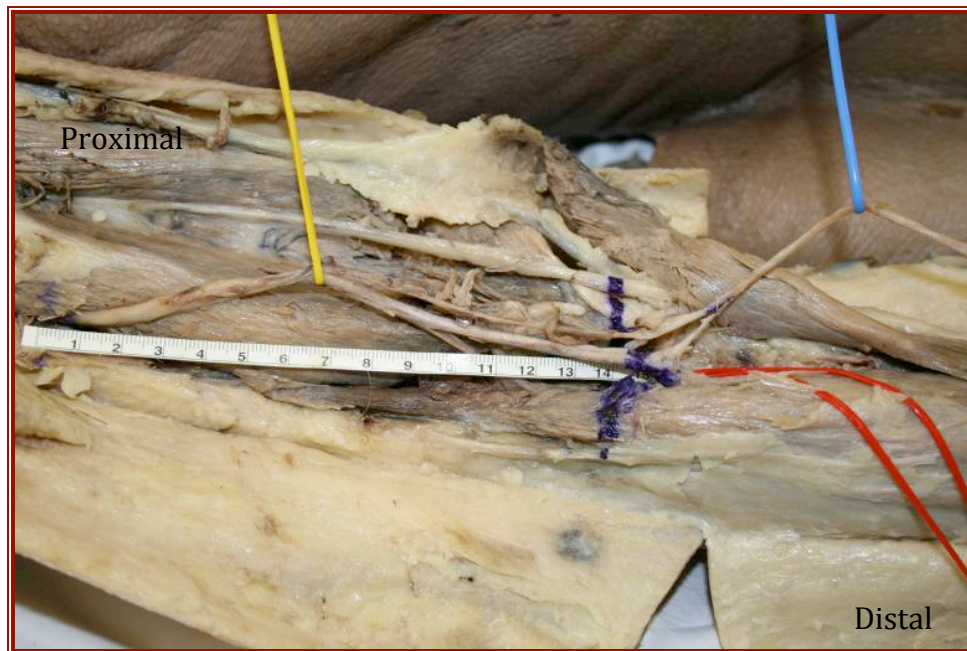


CADÁVER 5

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

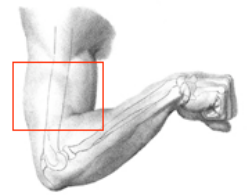
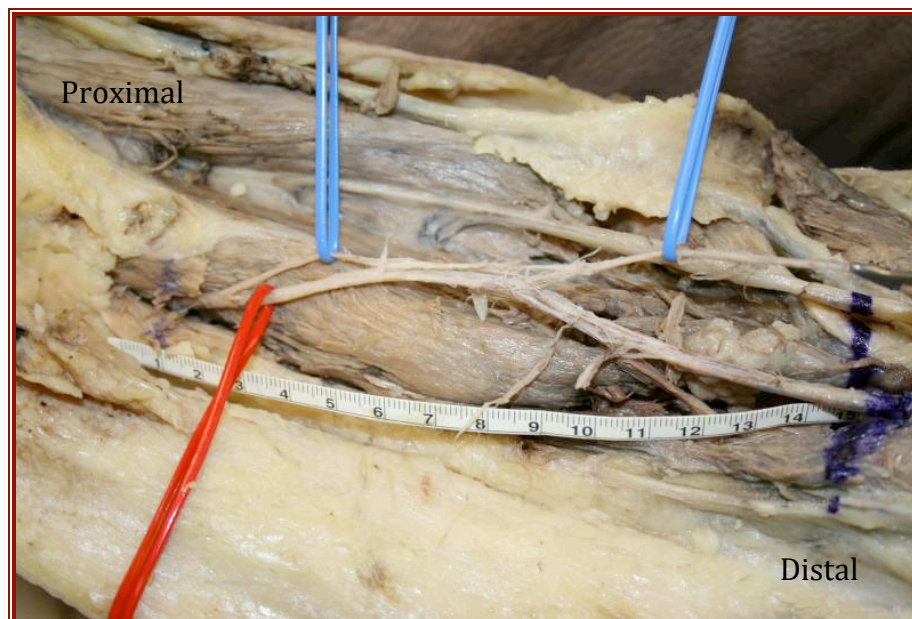
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm

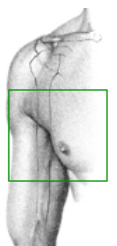
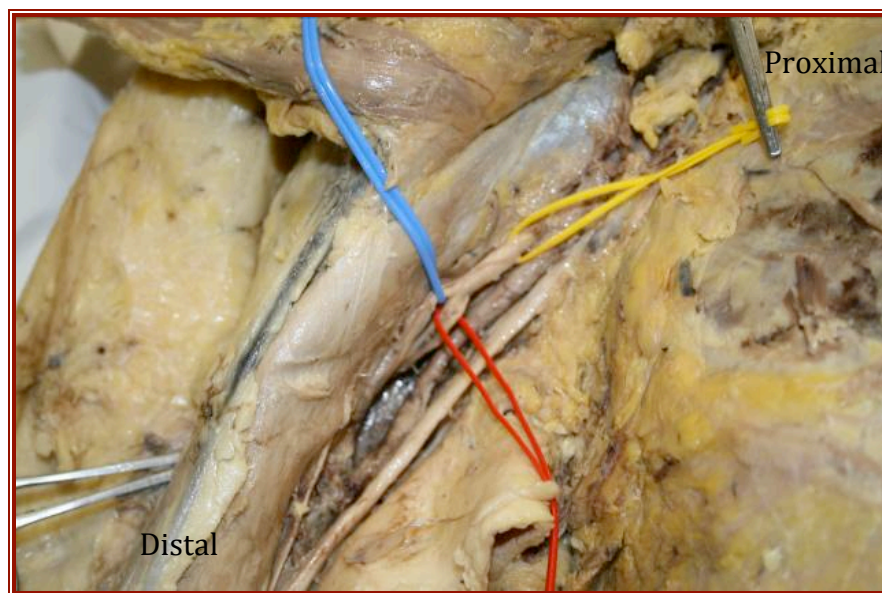
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral -Entrecruzamientos: 4 cm.

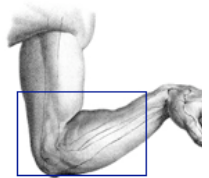
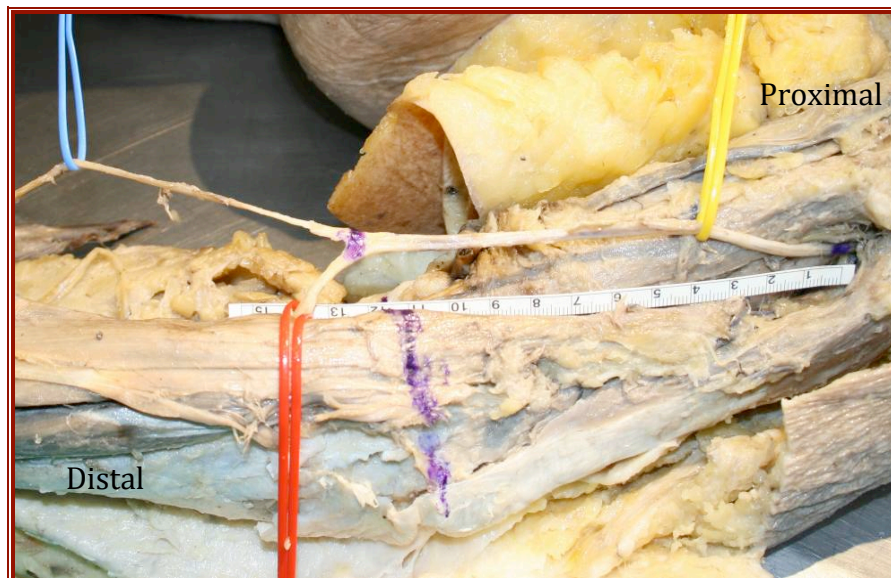
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

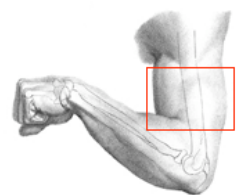
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 11 cm

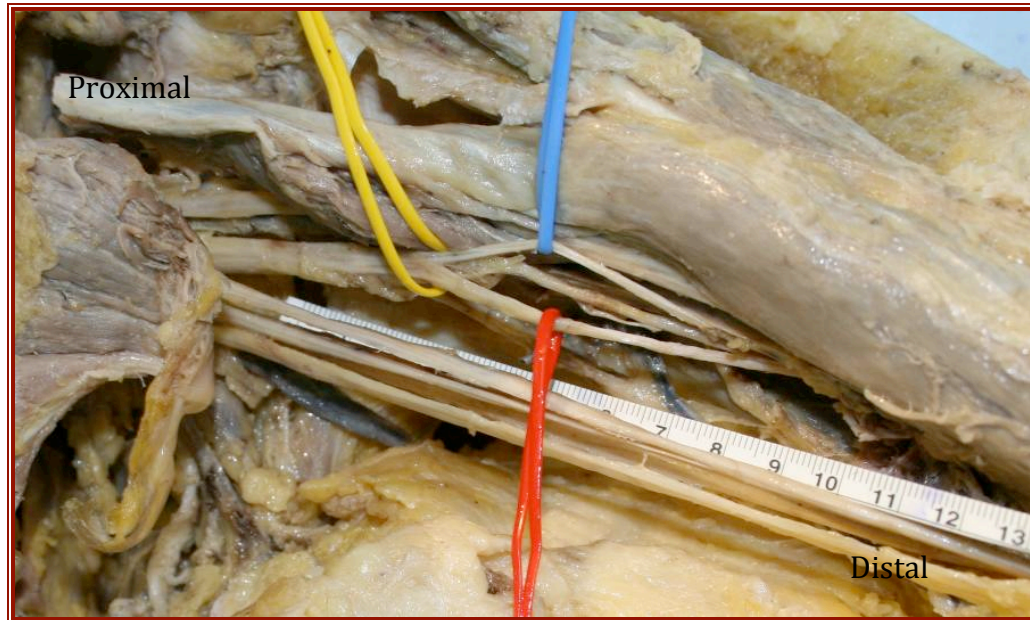
Distancia salida lateral – División fascículos: 10,5 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 6 cm

A nivel del Plexo

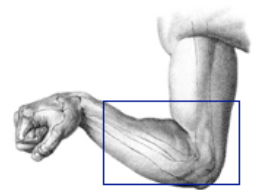
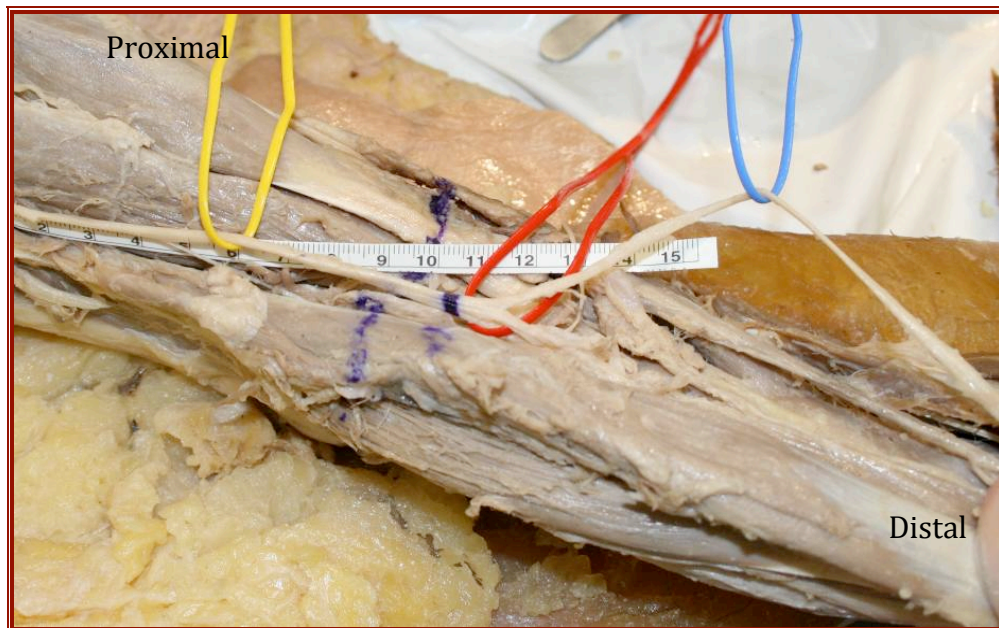


CADÁVER 6

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 10 cm

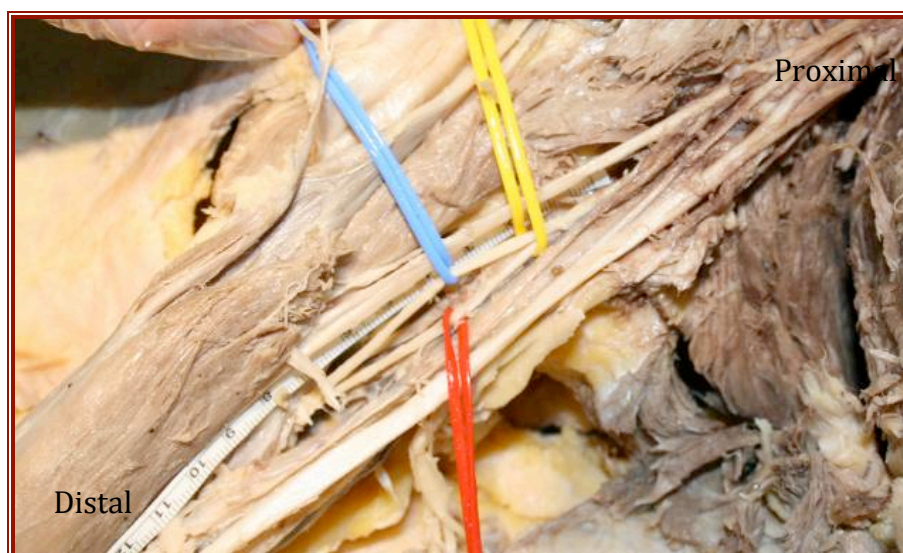
Distancia salida lateral - División fascículos: 11 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 3 y 5 cm.

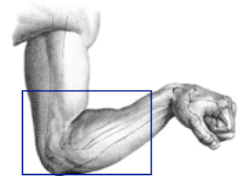
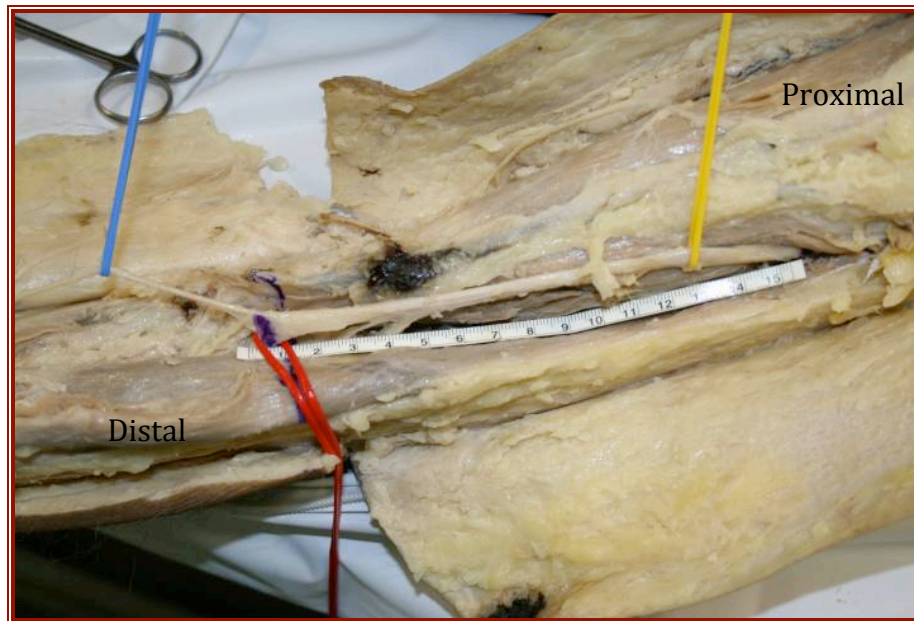
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

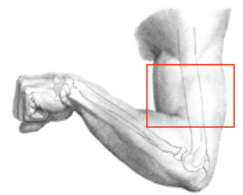
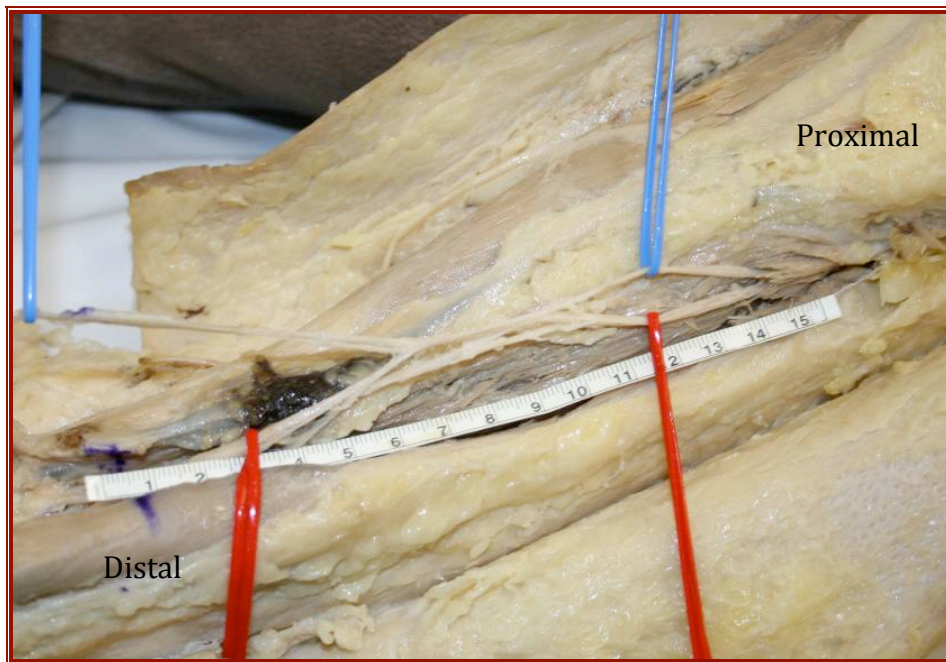
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm

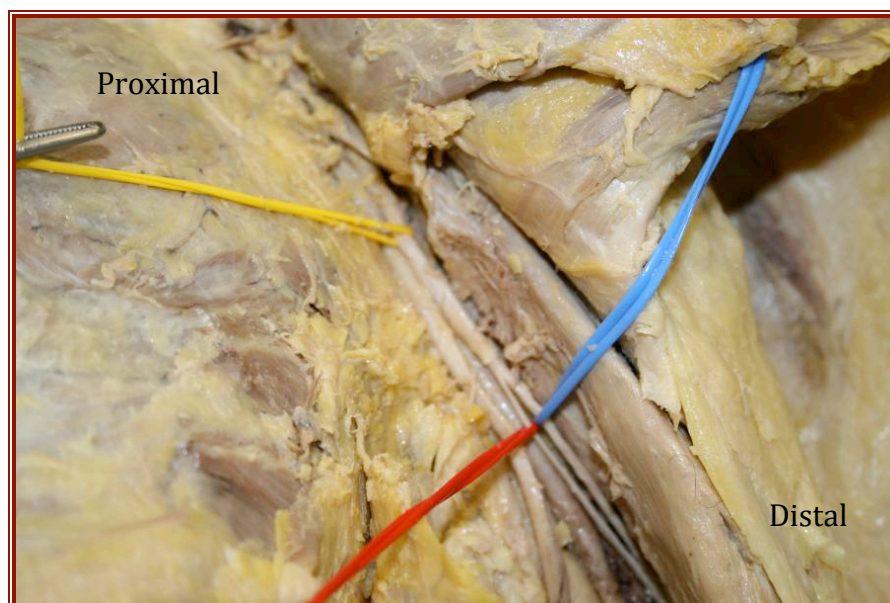
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 3 y 5 cm

A nivel del Plexo

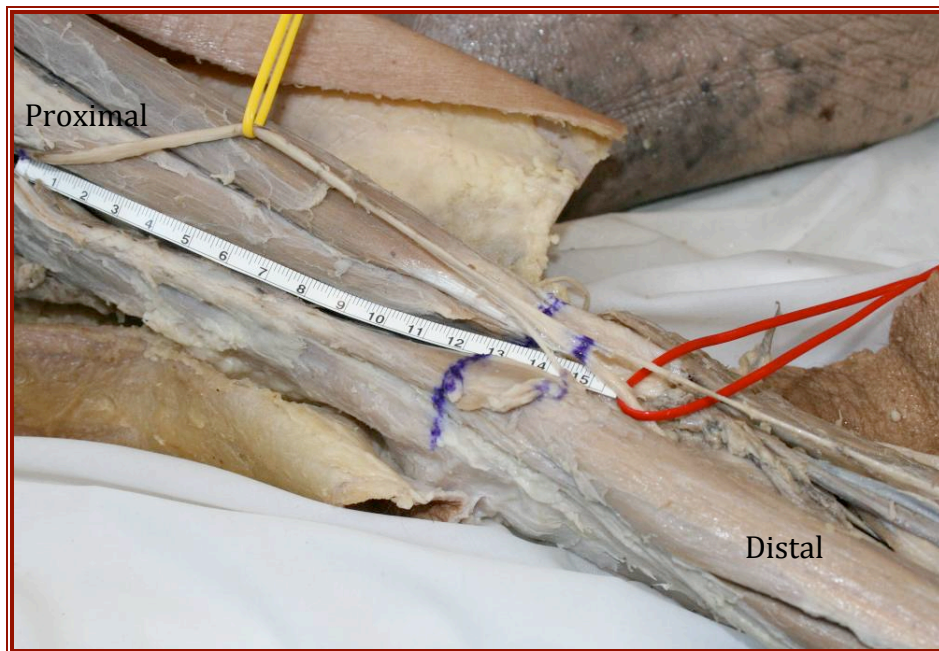


CADÁVER 7

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

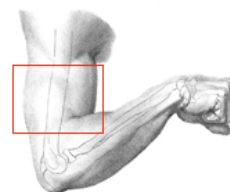
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 13 cm

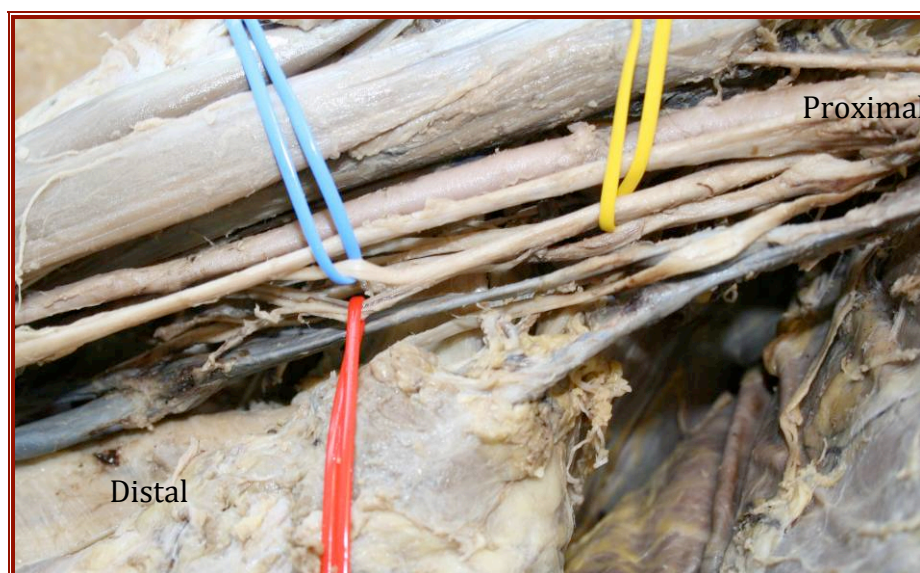
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 2 y 6 cm

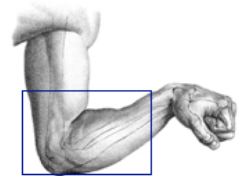
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

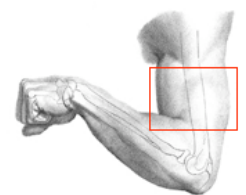
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 12 cm.

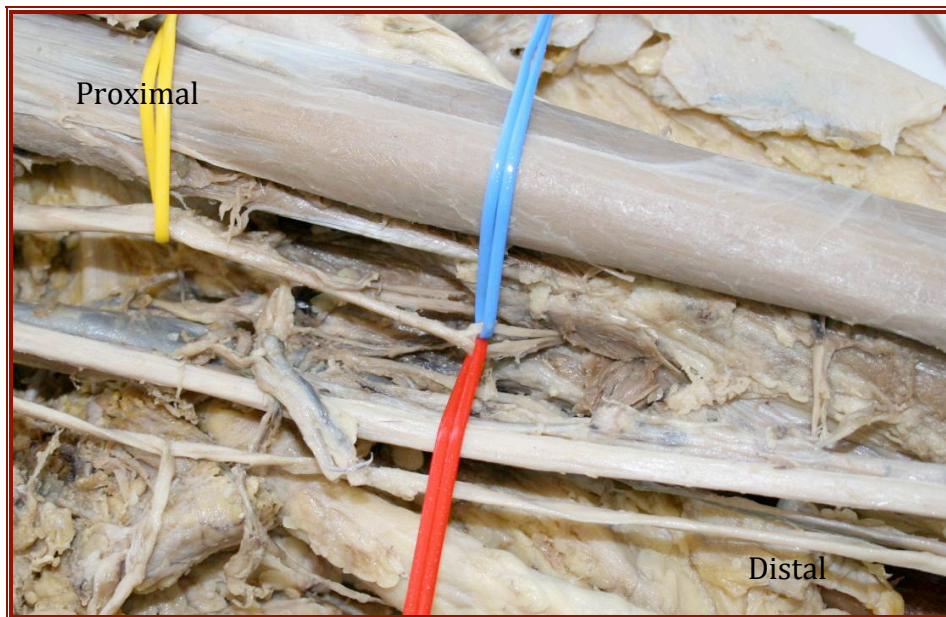
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 7 cm

A nivel del Plexo

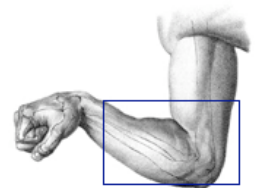
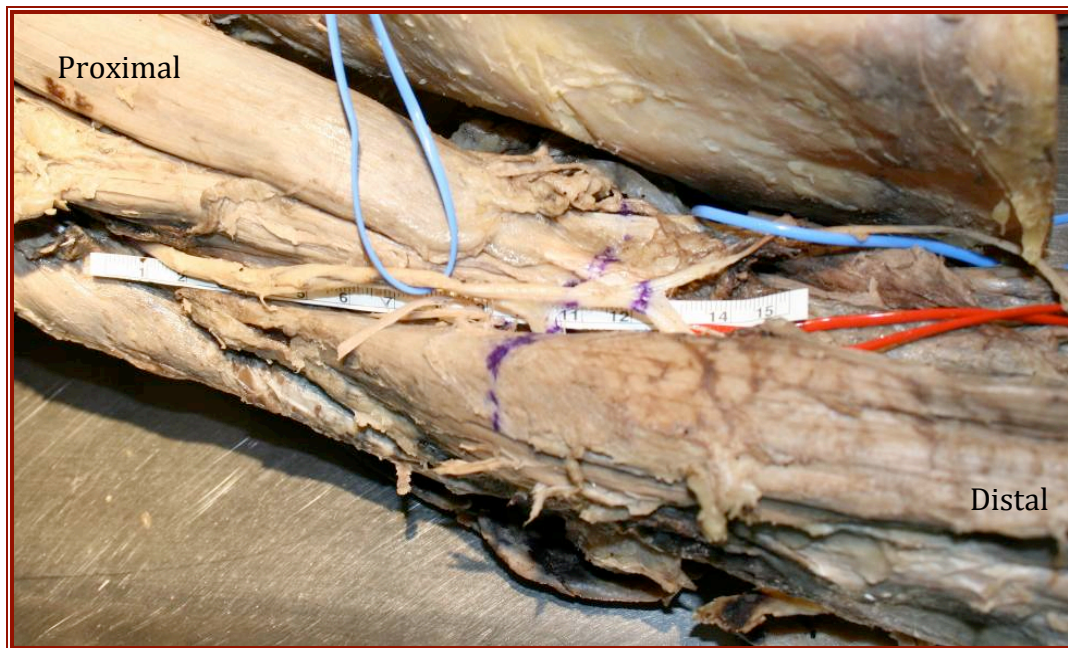


CADÁVER 8

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

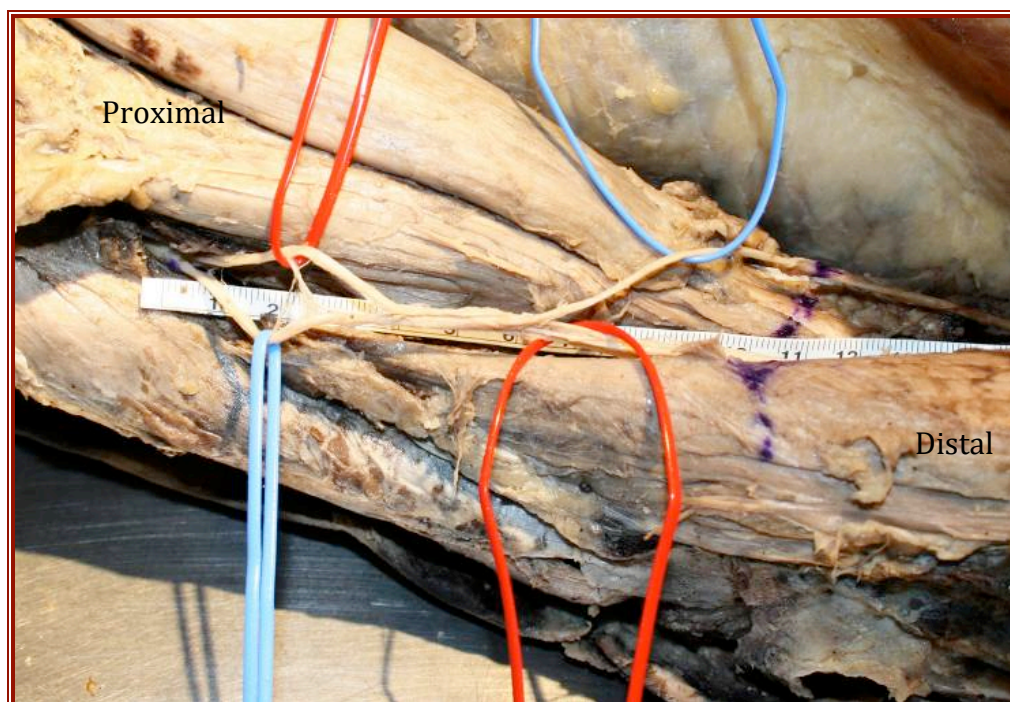
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 13 cm

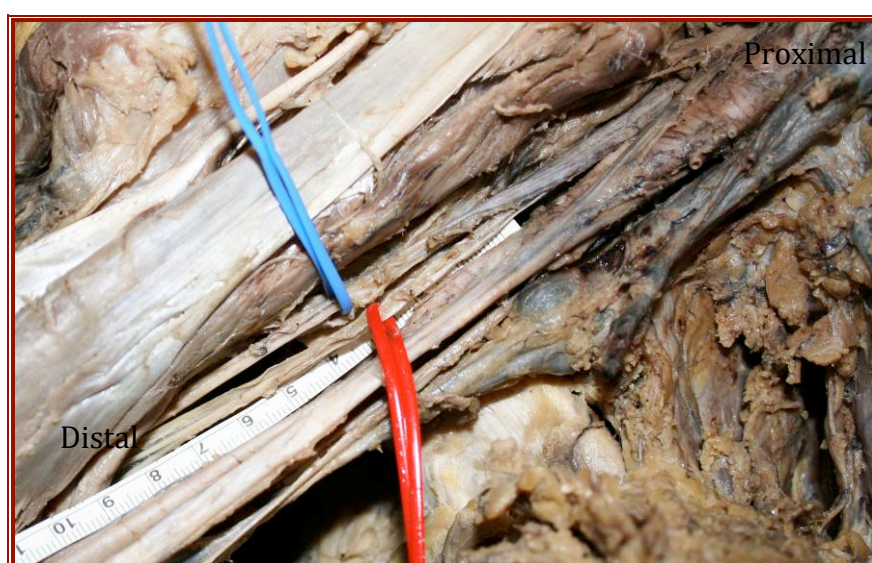
Distancia salida lateral - División fascículos: 11 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 4 y 6 cm

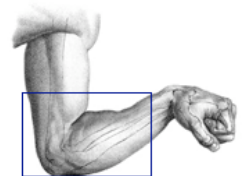
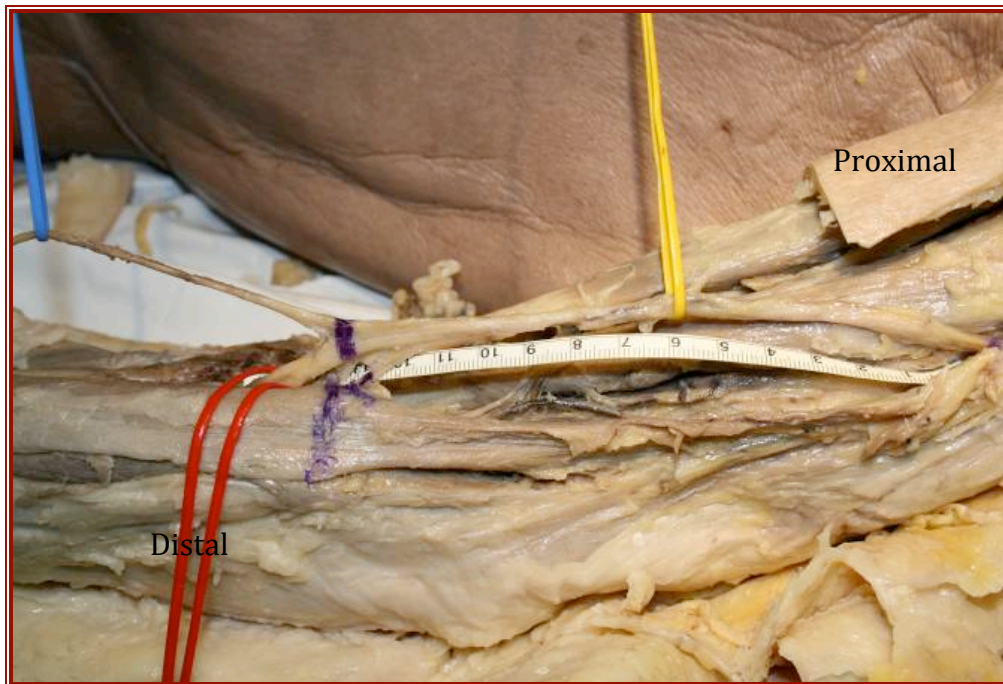
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

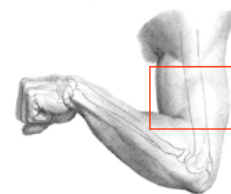
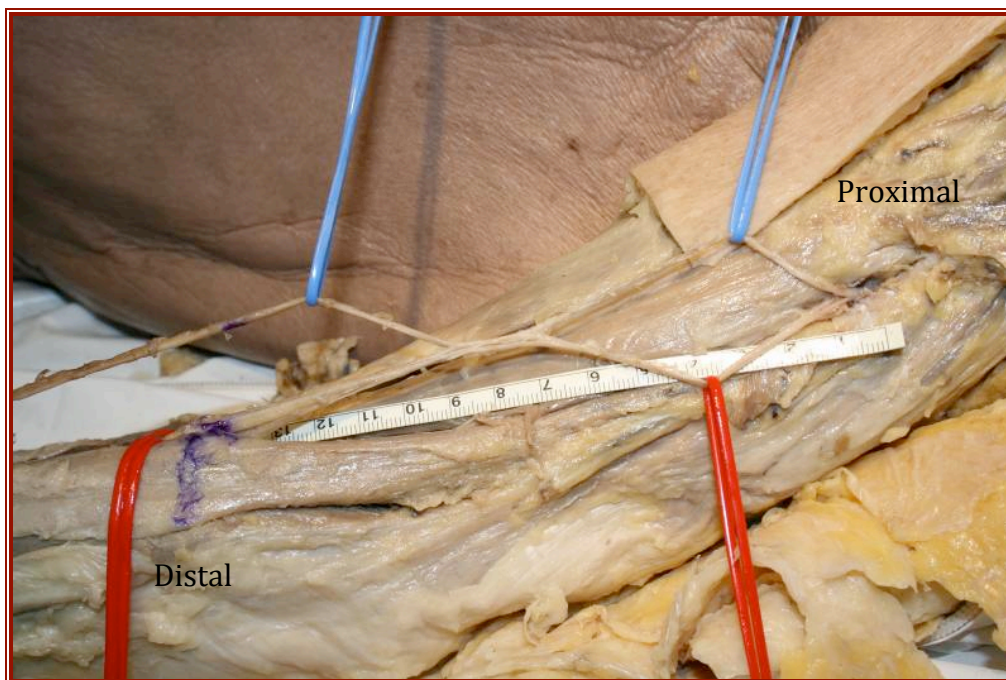
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10 cm

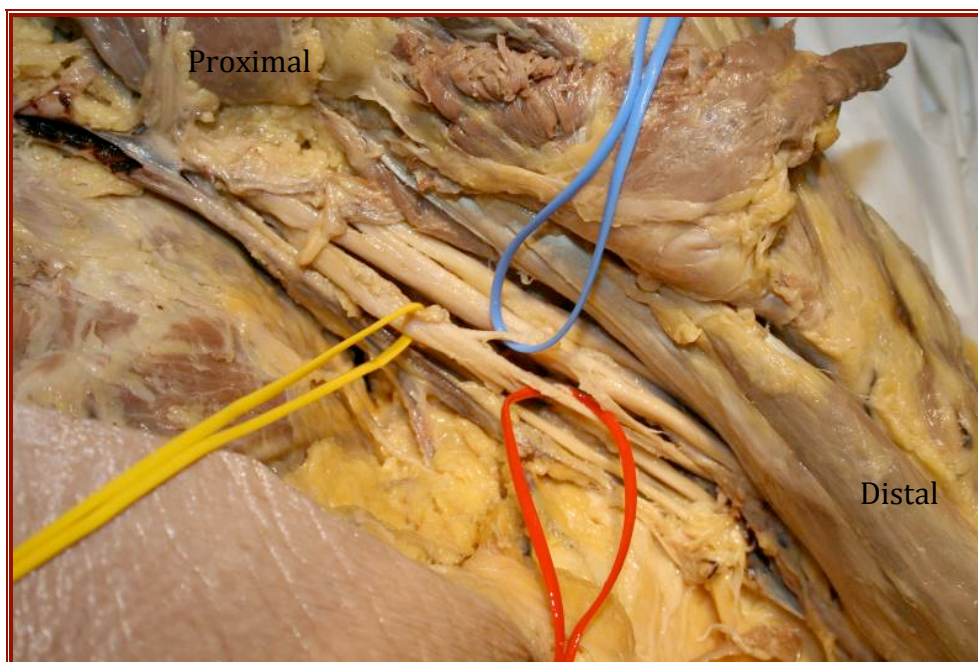
Distancia salida lateral – División fascículos: 12 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6 cm

A nivel del Plexo

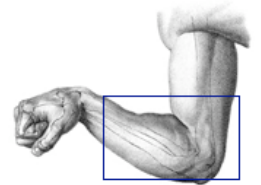
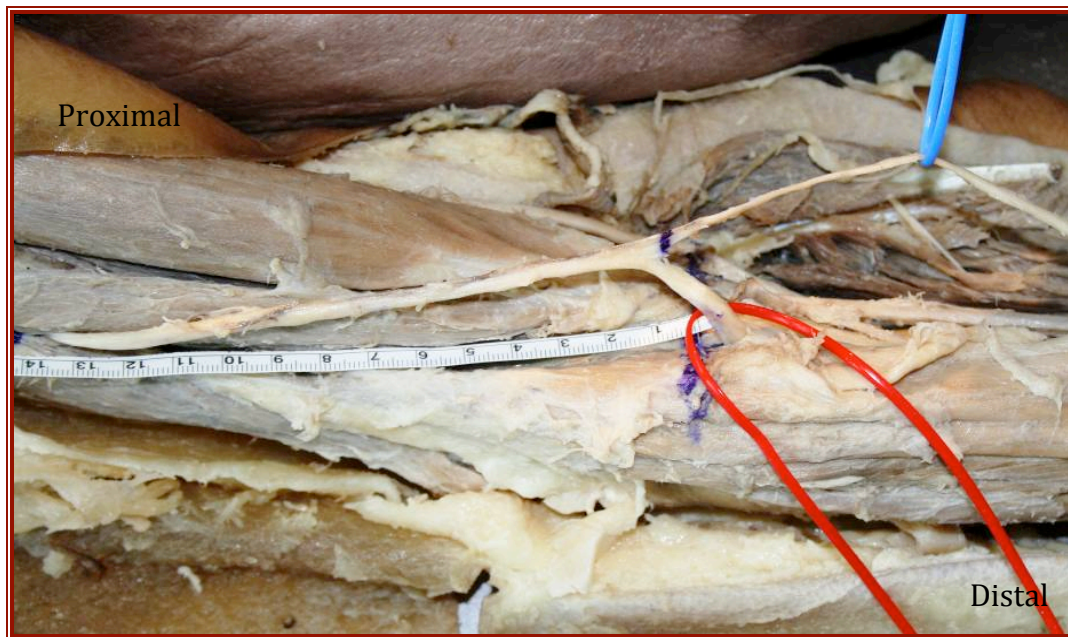


CADÁVER 9

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

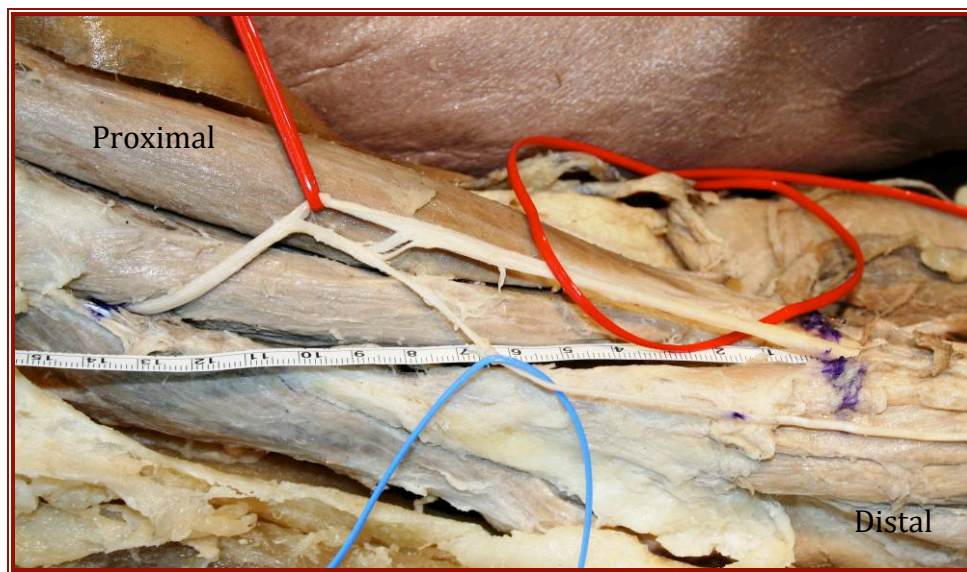
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

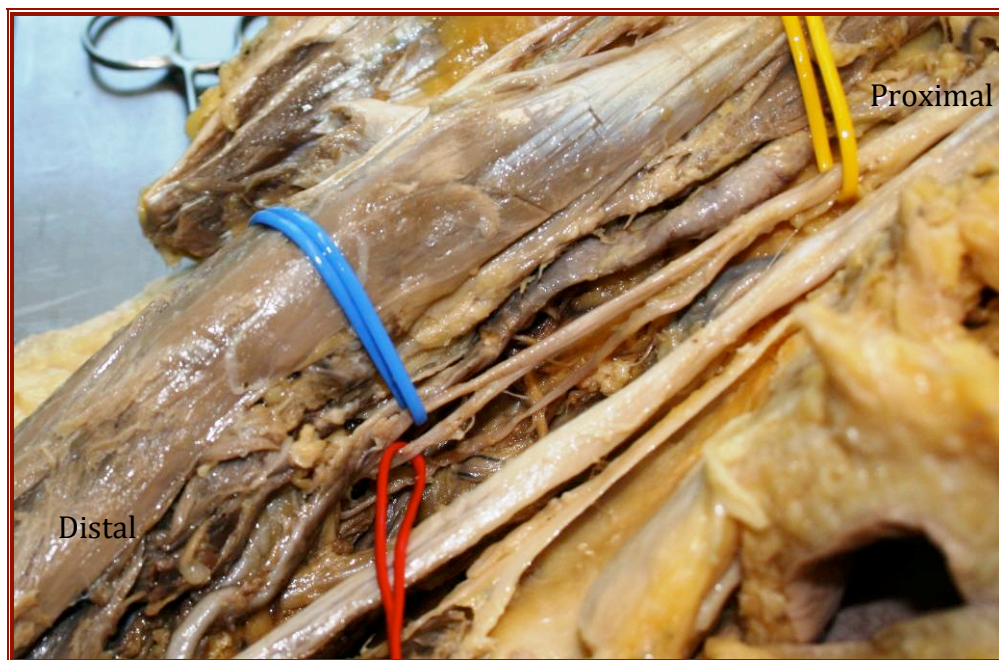
Distancia salida lateral – División fascículos: 12,5 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 5 cm

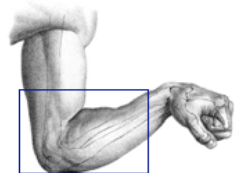
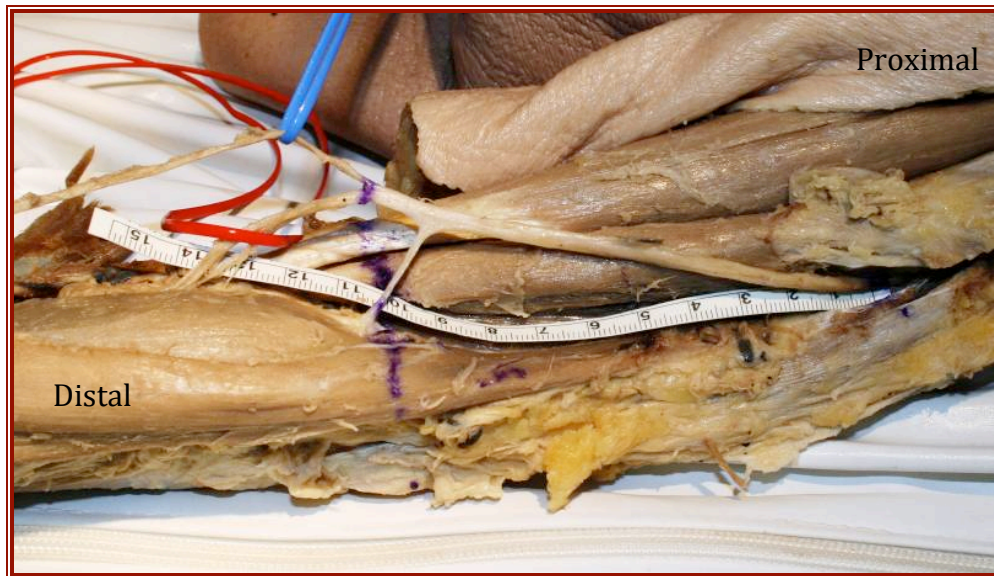
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

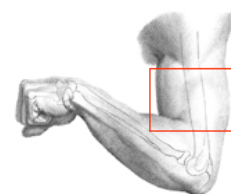
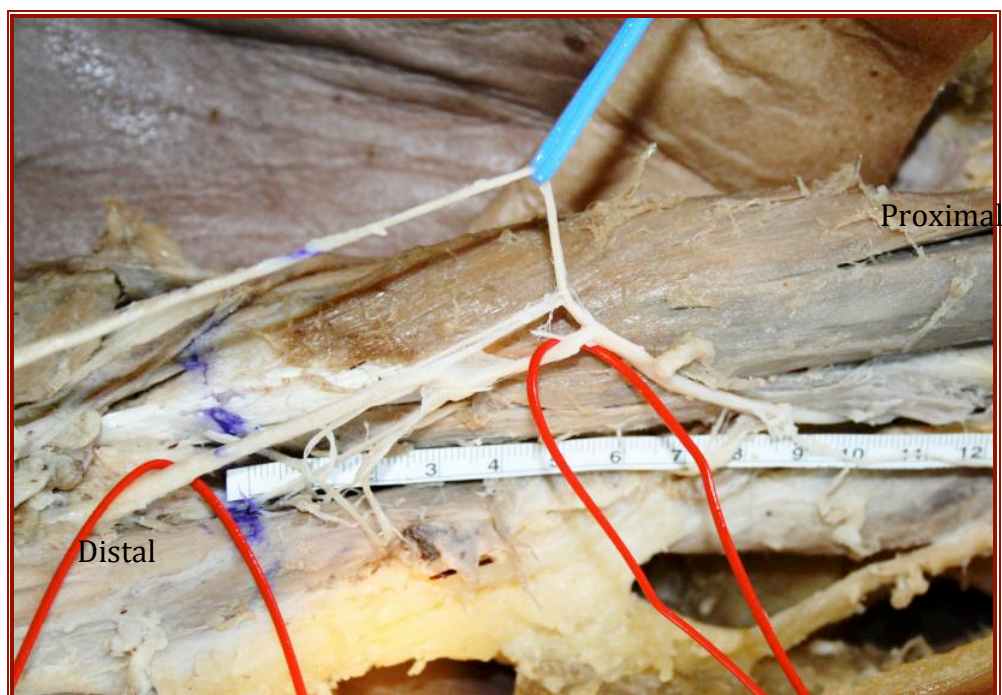
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 10 cm.

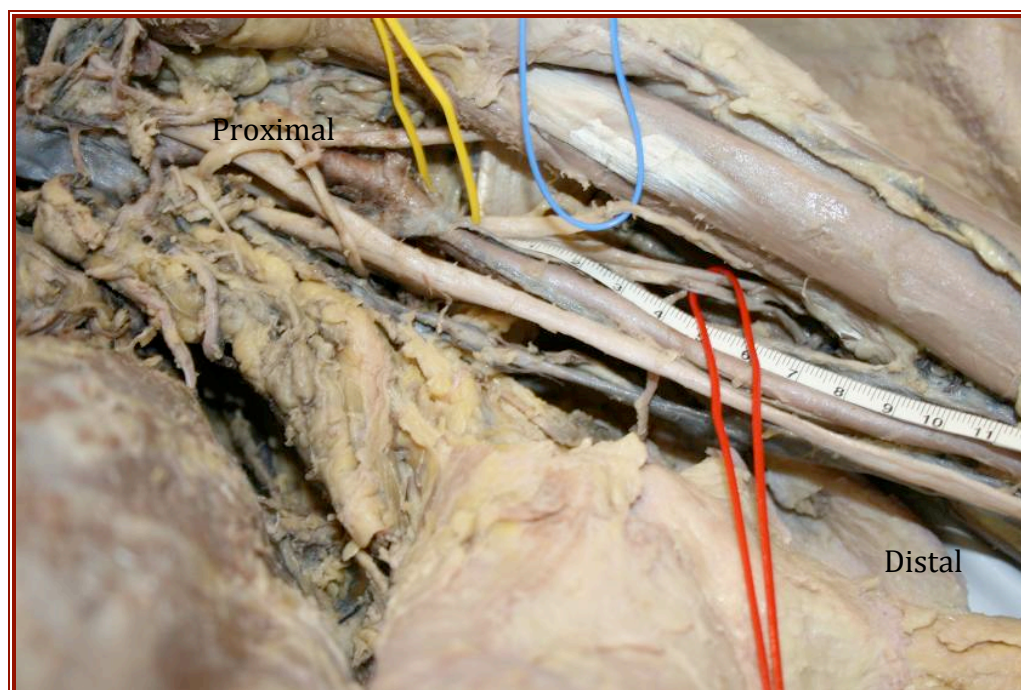
Distancia salida lateral - División fascículos: 10 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 4 y 5,5 cm.

A nivel del Plexo

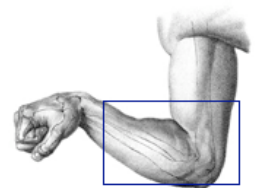
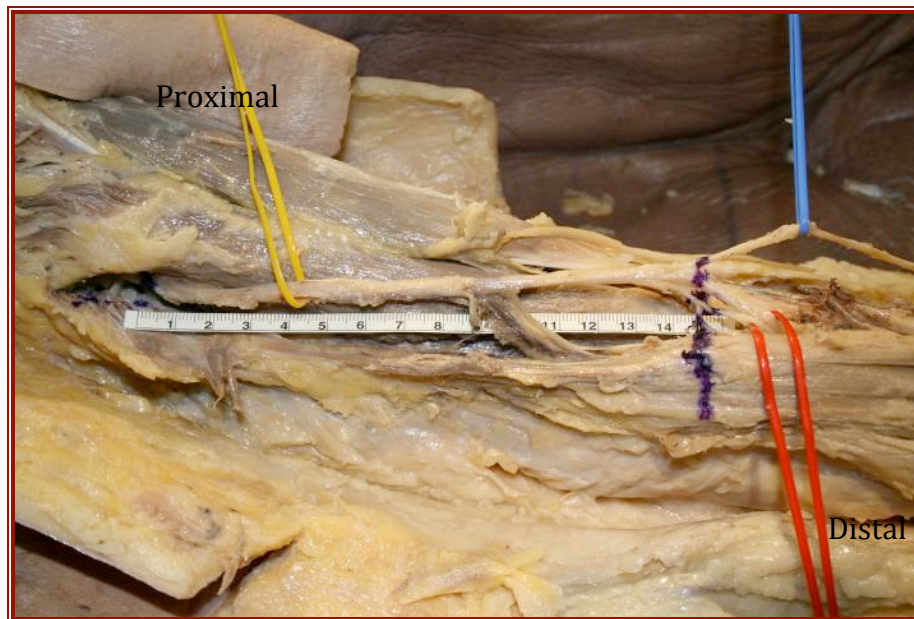


CADÁVER 10

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

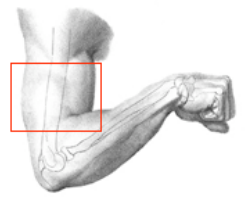
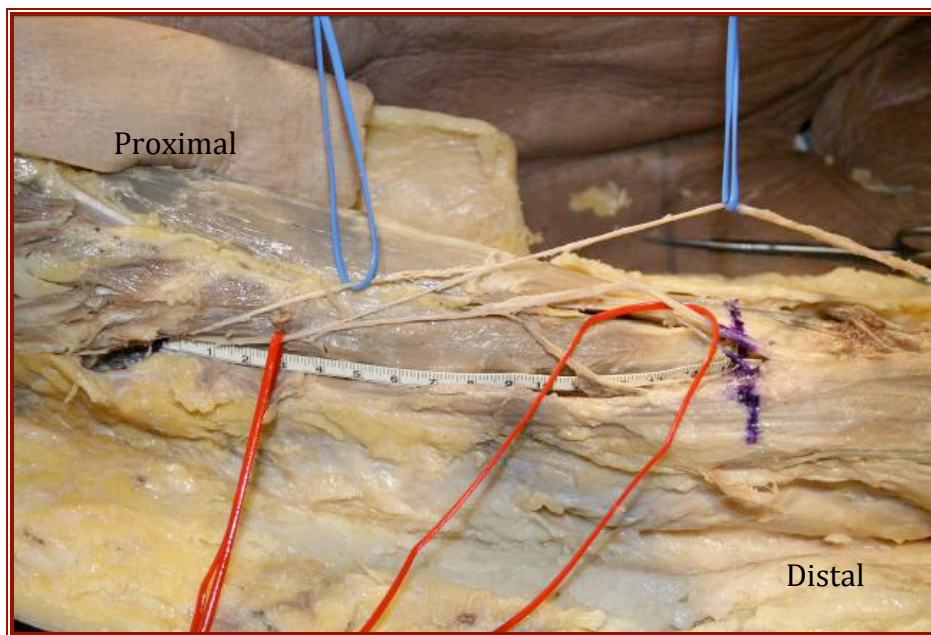
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

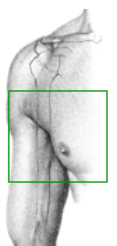
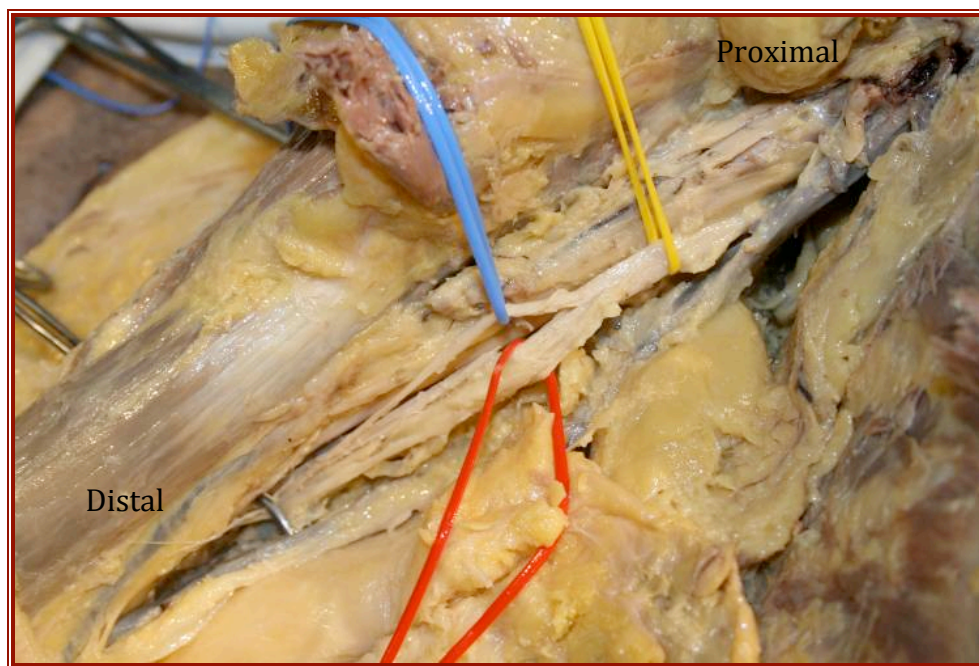
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6 cm.

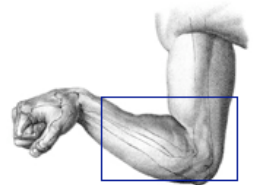
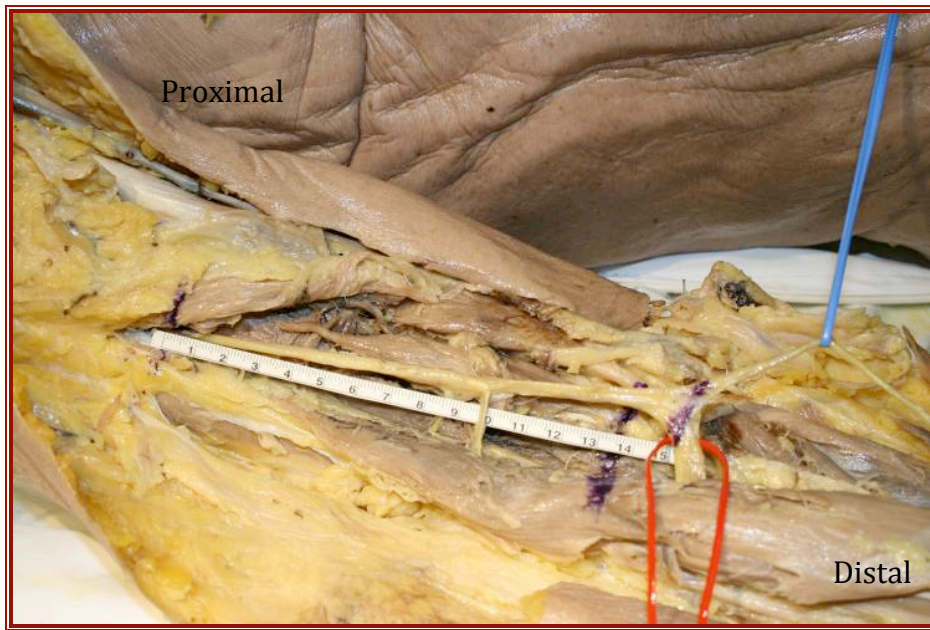
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

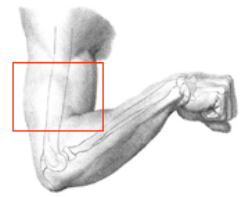
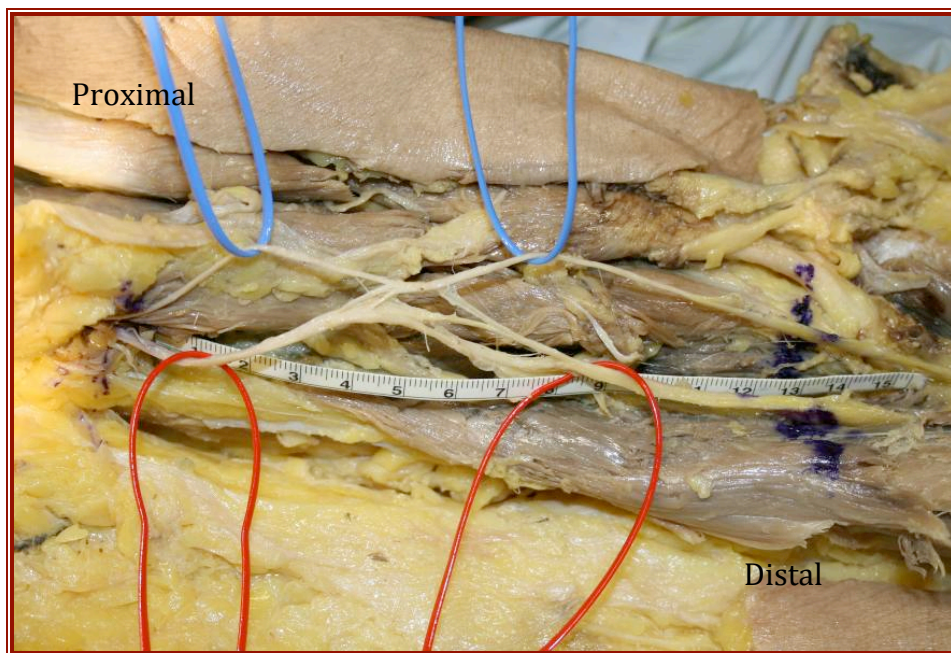
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

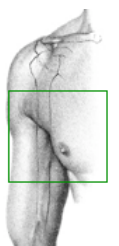
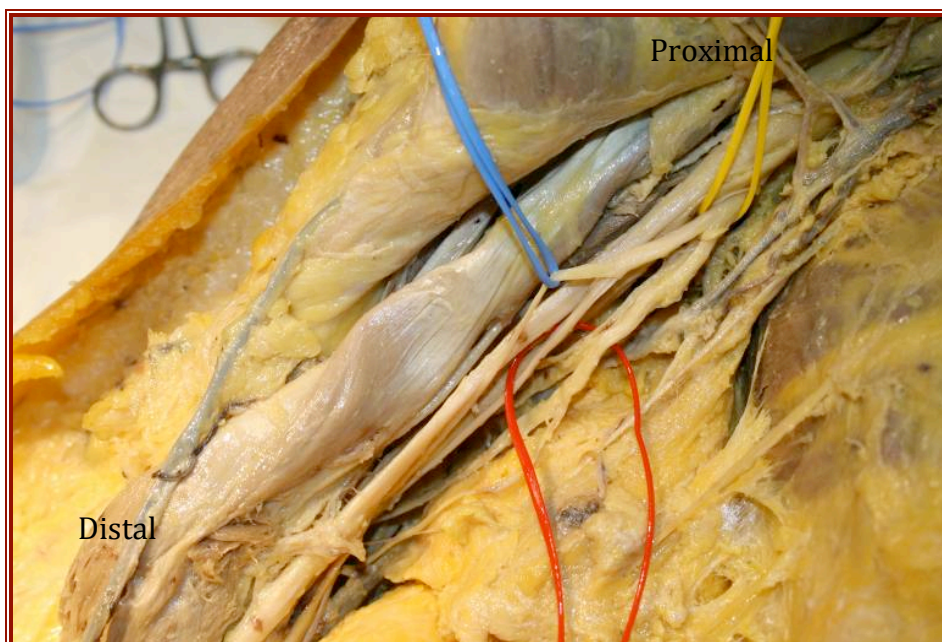
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6 cm.

A nivel del Plexo

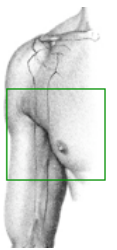


CADÁVER 11

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 12 cm.

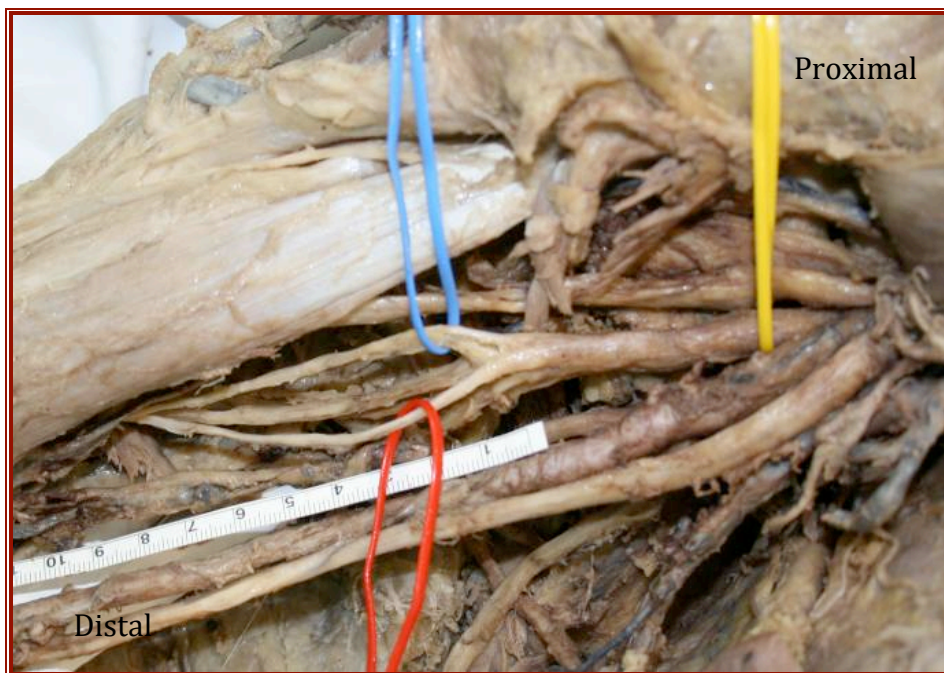
Distancia salida lateral – División fascículos: 12 cm

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 y 8 cm.

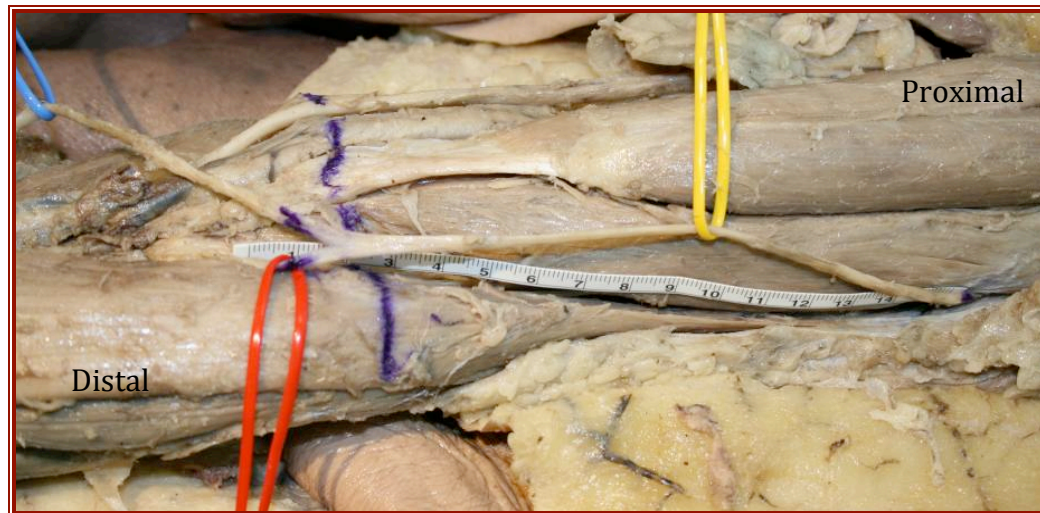
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

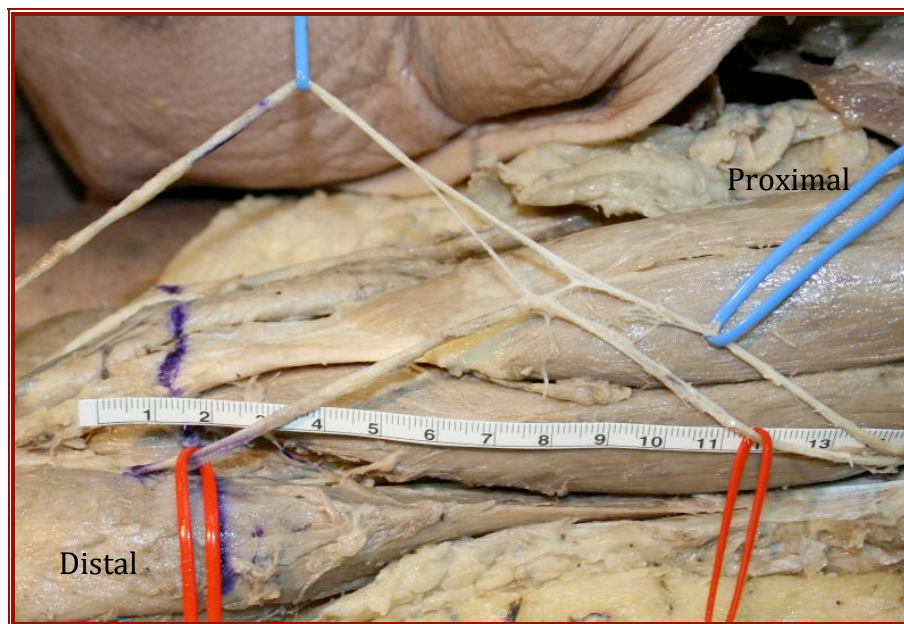
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 13 cm.

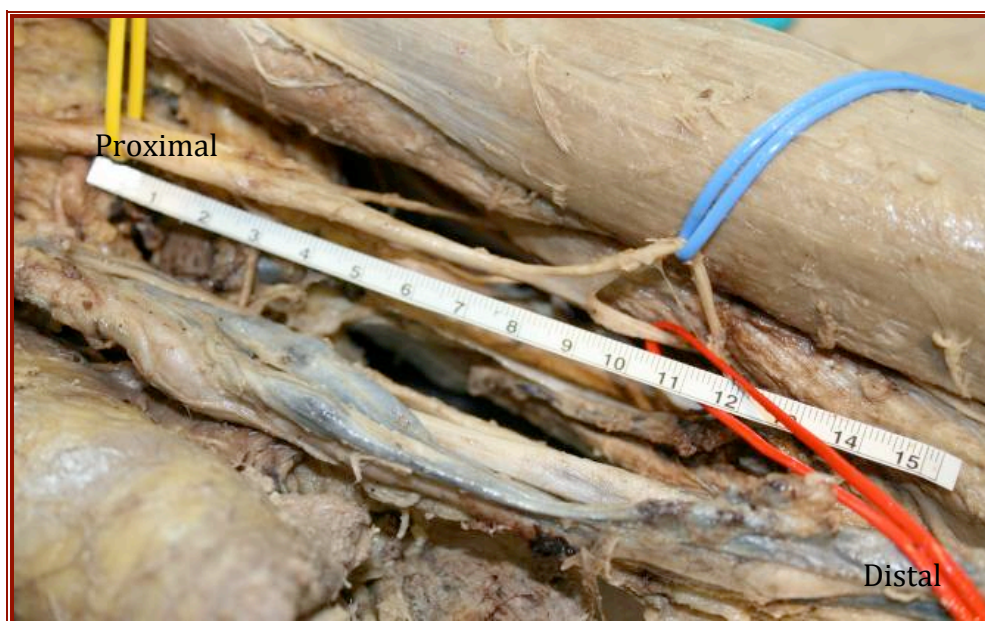
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 8 cm.

A nivel del Plexo

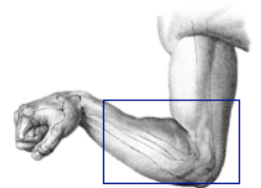


CADÁVER 12

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

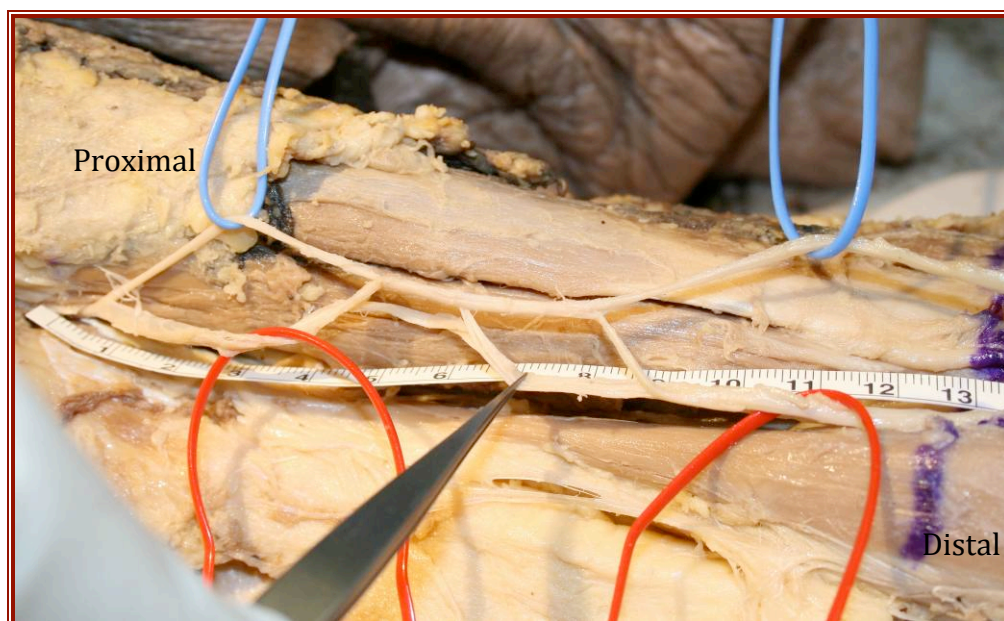
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 13 cm.

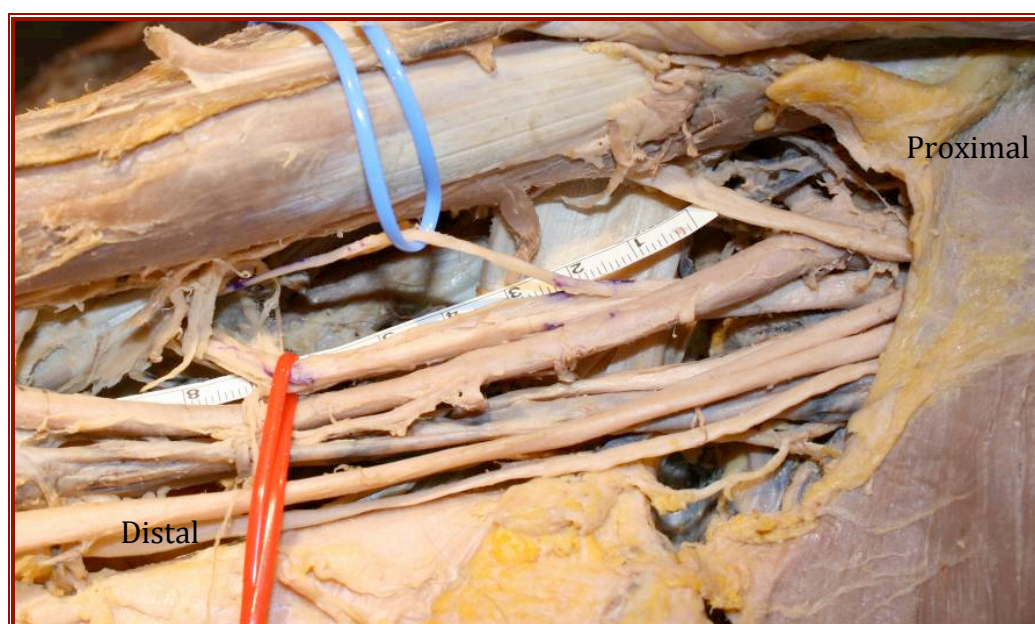
Distancia salida lateral - División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 5; 6 ; 8 cm.

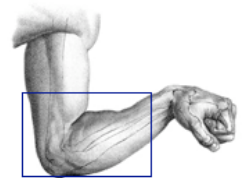
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

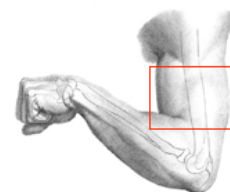
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamiento: 7; 8 y 10 cm.

A nivel del Plexo

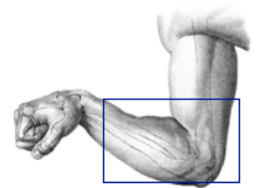


CADÁVER 13

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

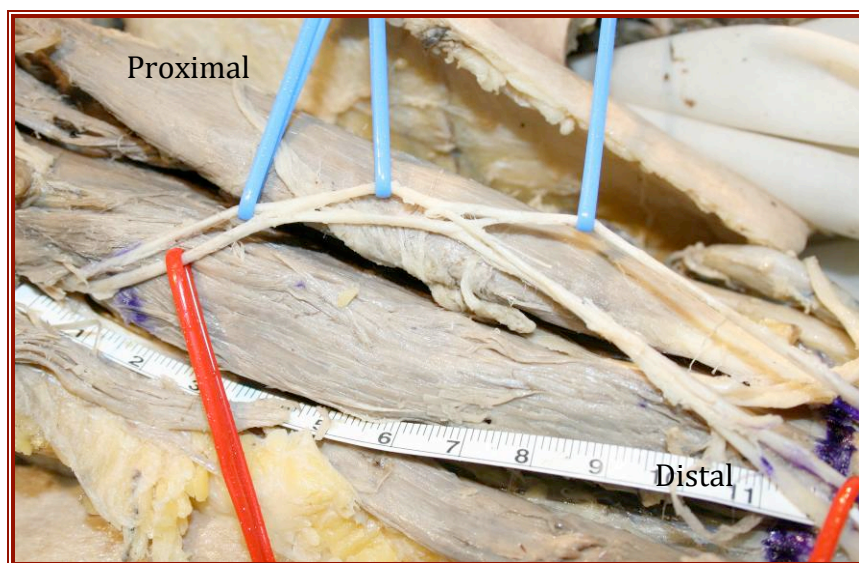
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10,5 cm.

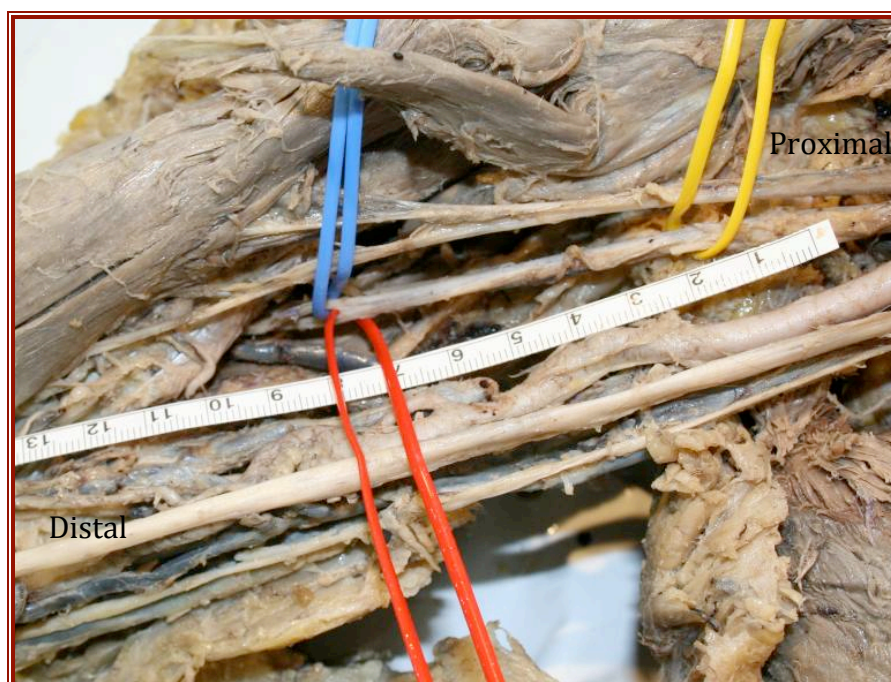
Distancia salida lateral – División fascículos: 11 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamiento: 2,5; 3,5 y 5 cm.

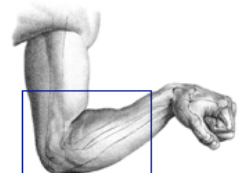
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

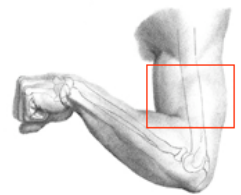
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 11 cm.

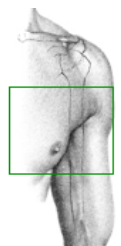
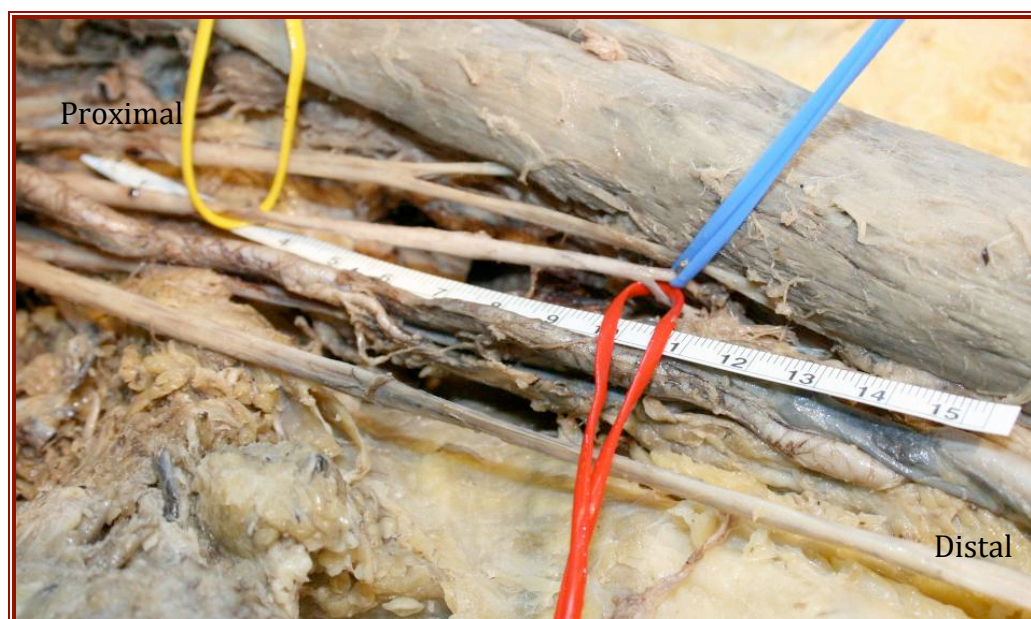
Distancia salida lateral – División fascículos: 11 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamiento: 13 cm.

A nivel del Plexo

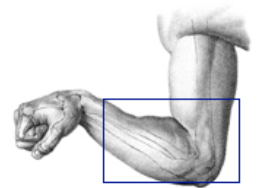
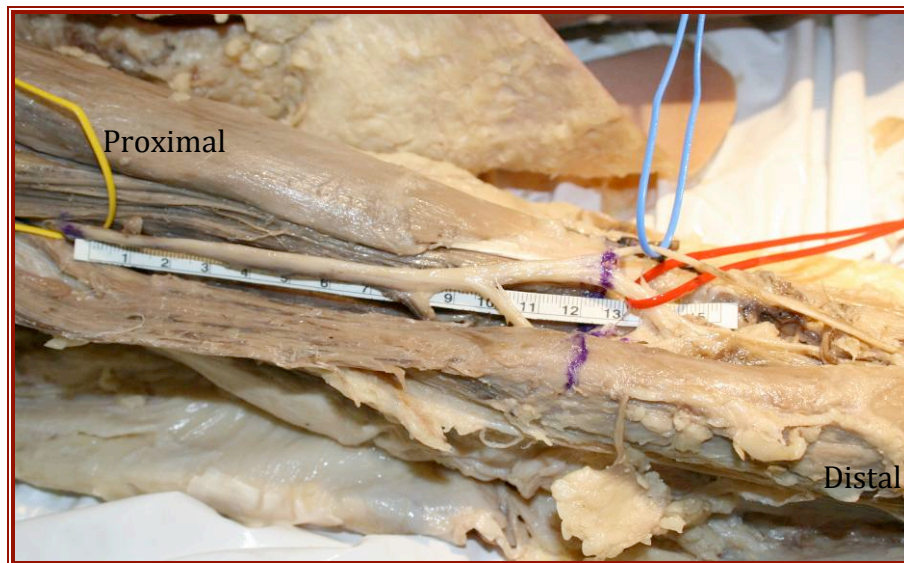


CADÁVER 14

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

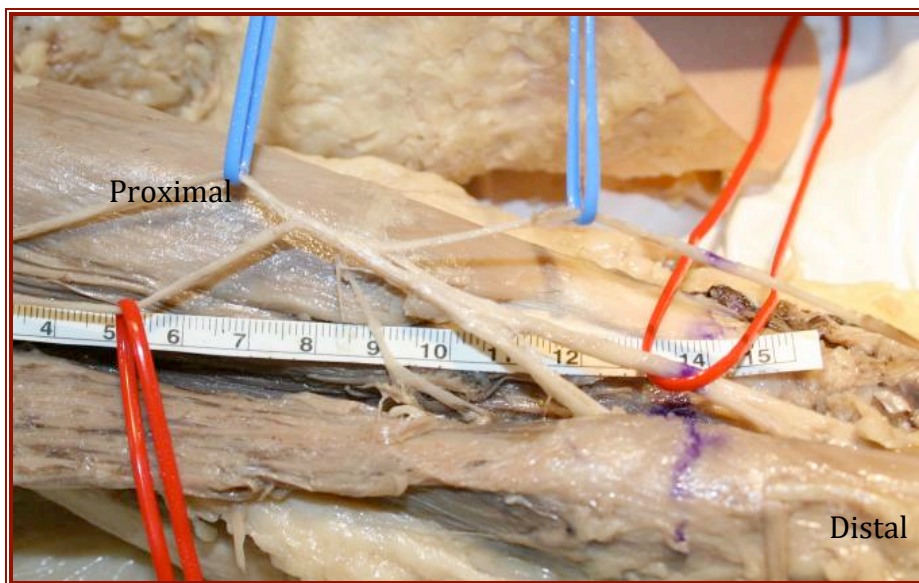
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 13 cm.

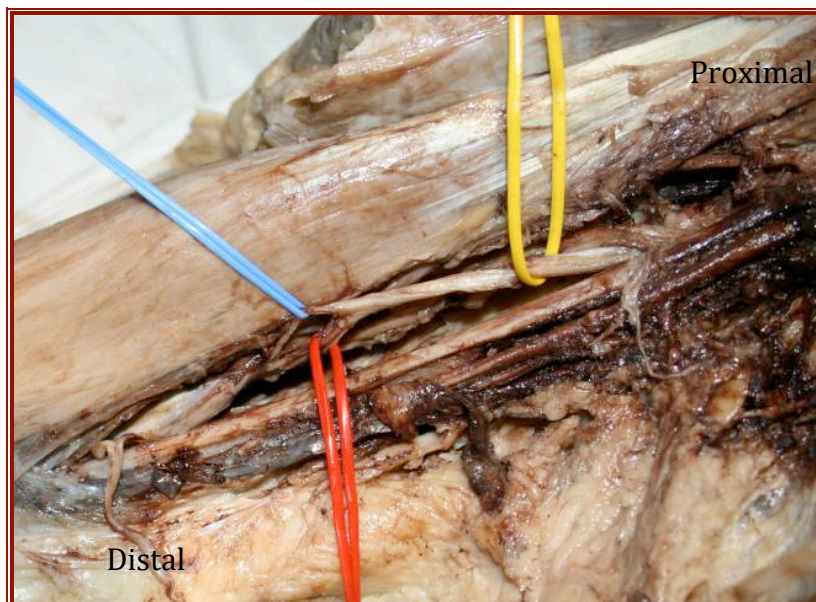
Distancia salida lateral - División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 8 cm.

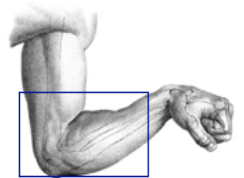
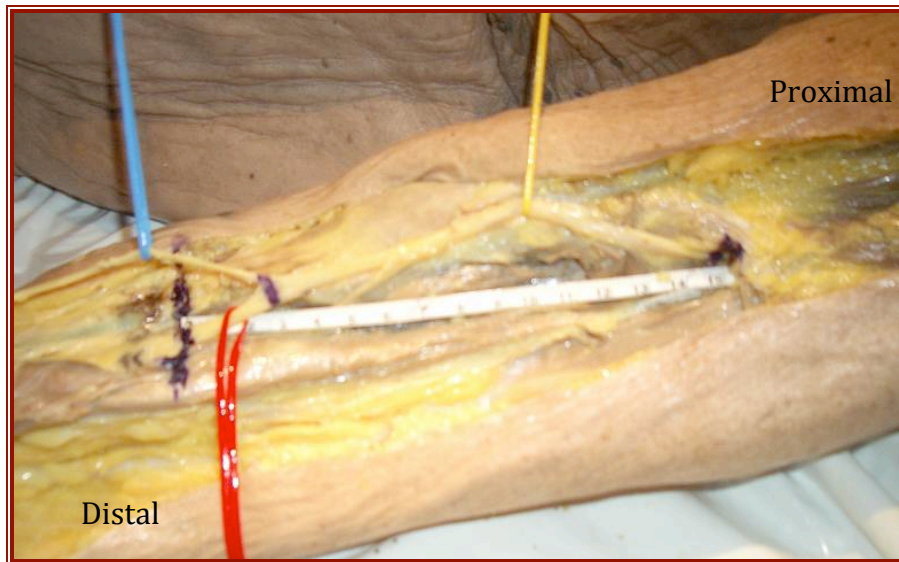
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

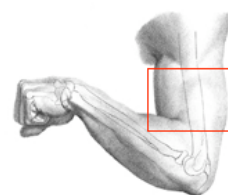
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

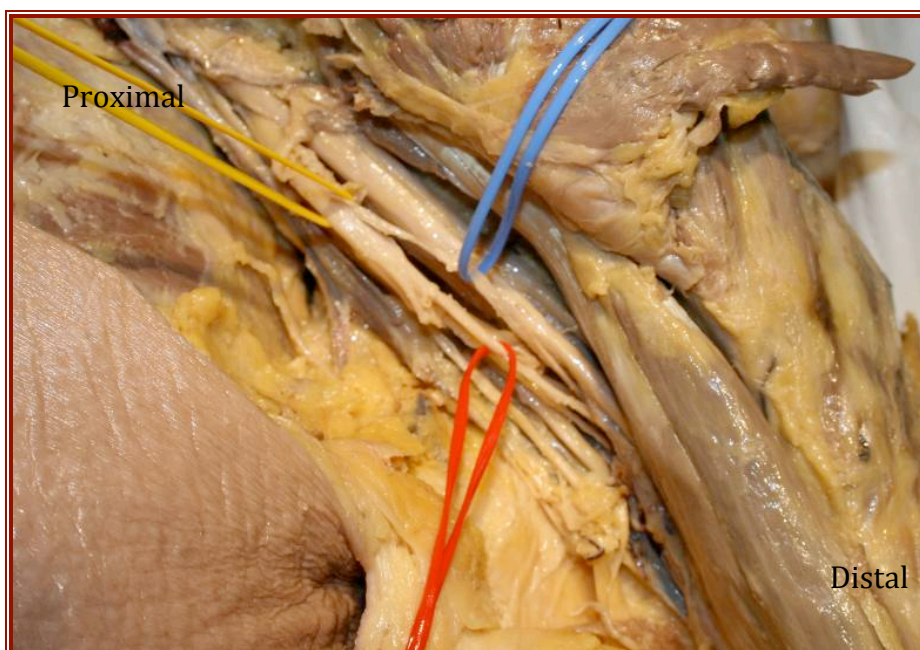
Distancia salida lateral – División fascículos: 12 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 cm.

A nivel del Plexo

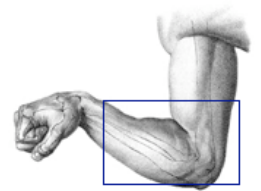


CADÁVER 15

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

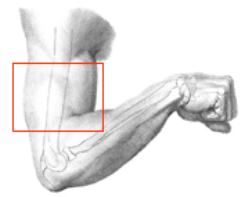
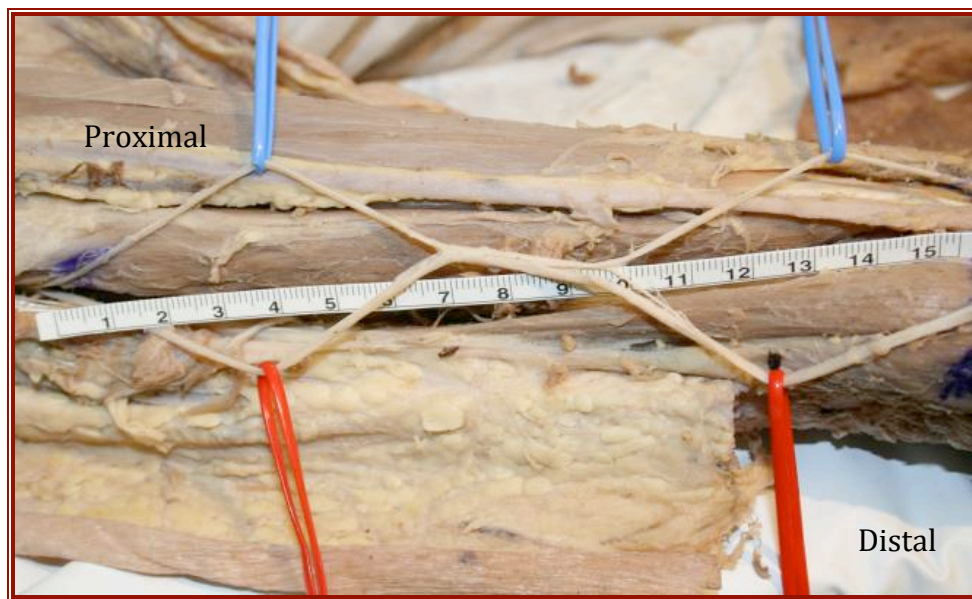
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

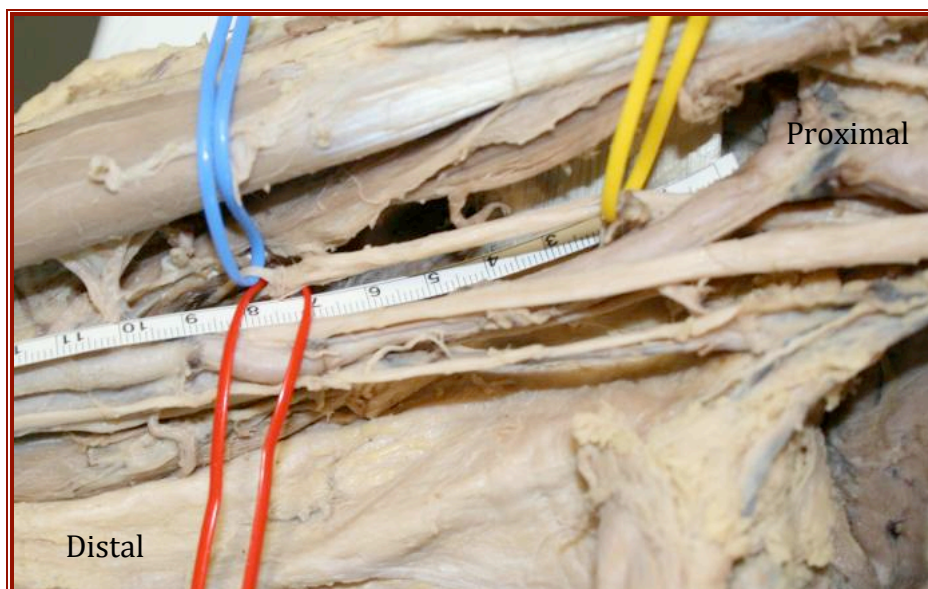
Distancia salida lateral – División fascículos: 16 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 7 y 10 cm.

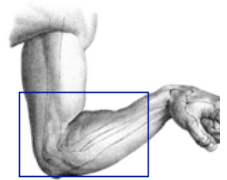
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

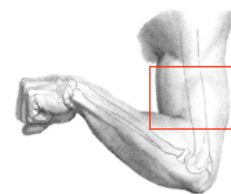
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 13 cm.

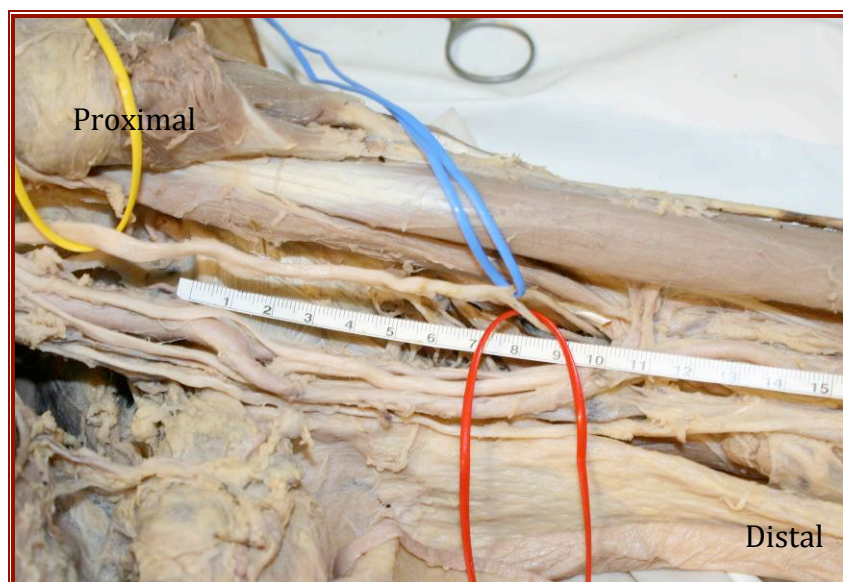
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 7 y 9 cm.

A nivel del Plexo

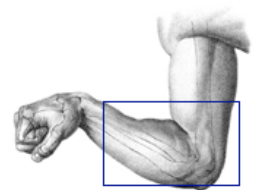
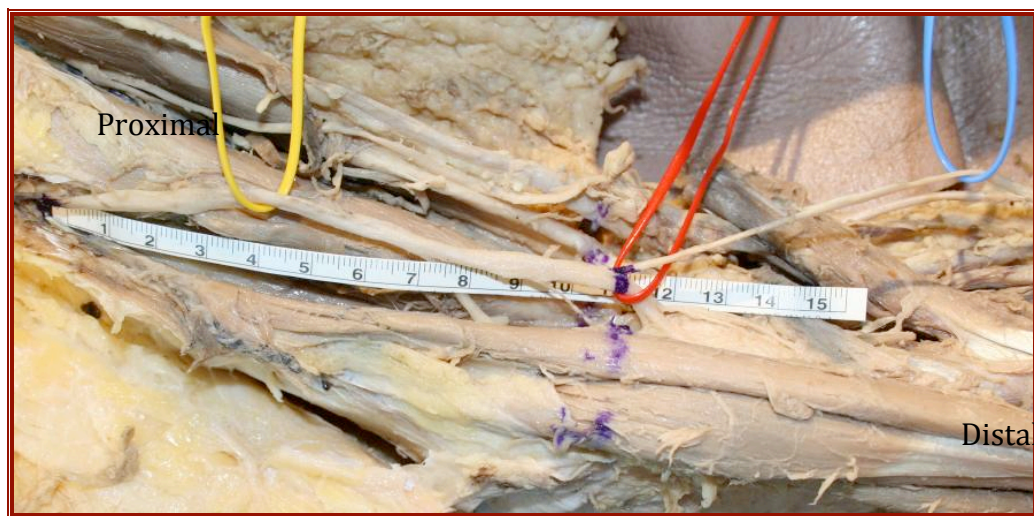


CADÁVER 16

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 11 cm.

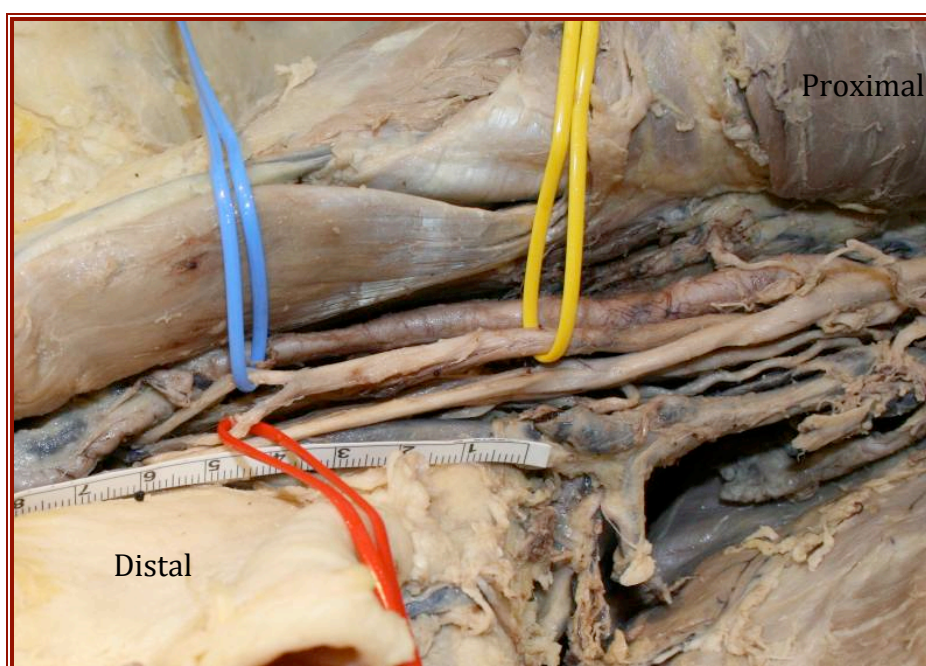
Distancia salida lateral – División fascículos: 10 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamiento: 3,5; 5 y 7 cm.

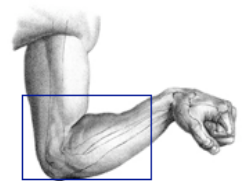
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

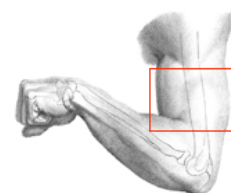
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10 cm.

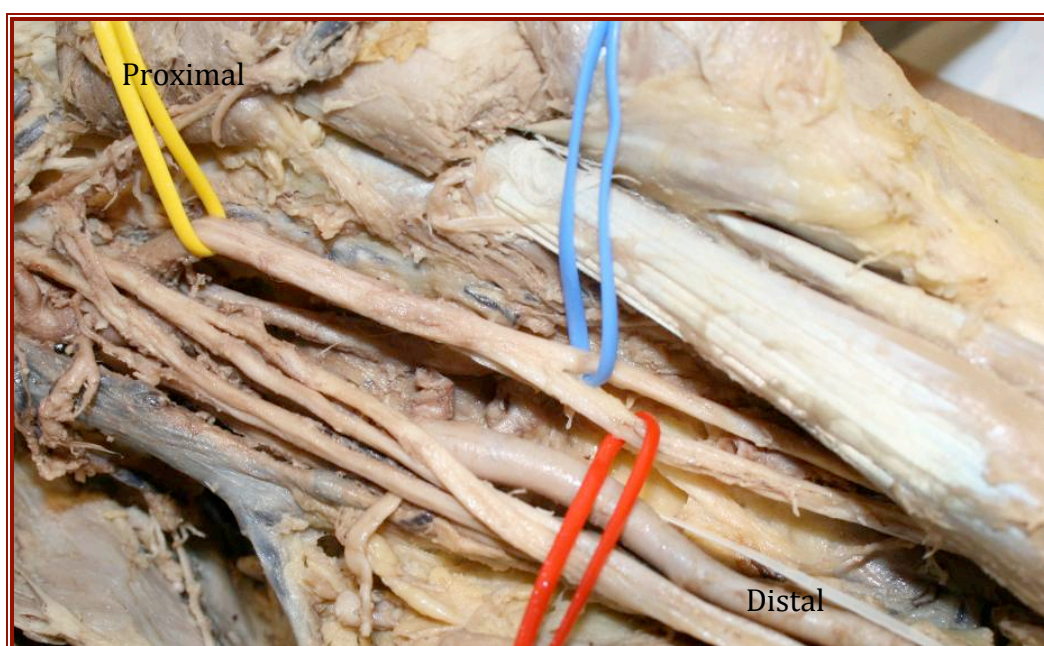
Distancia salida lateral – División fascículos: 10 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 4,5 y 7,5 cm.

A nivel del Plexo

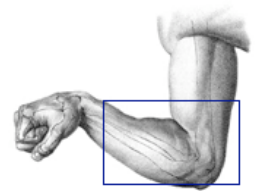


CADÁVER 17

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

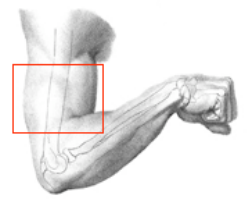
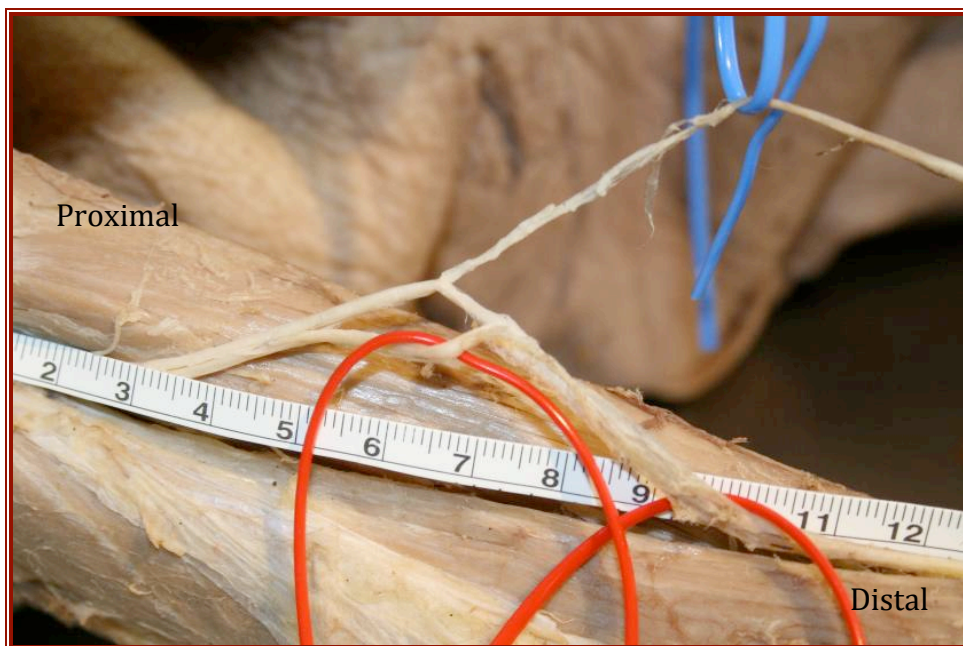
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

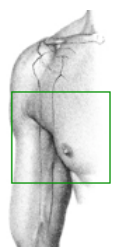
Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6 y 10 cm.

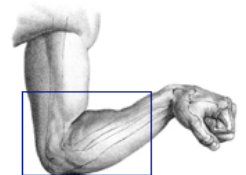
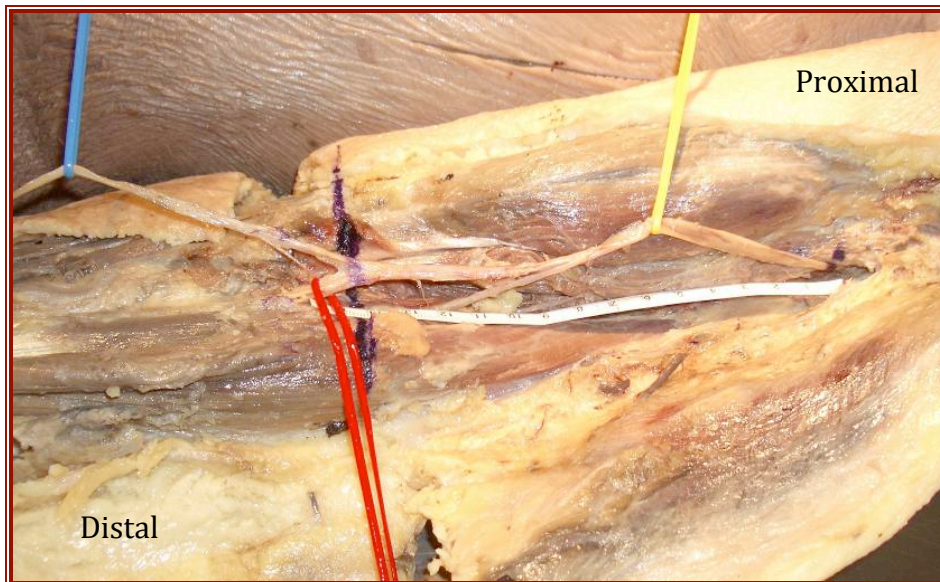
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

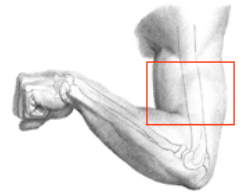
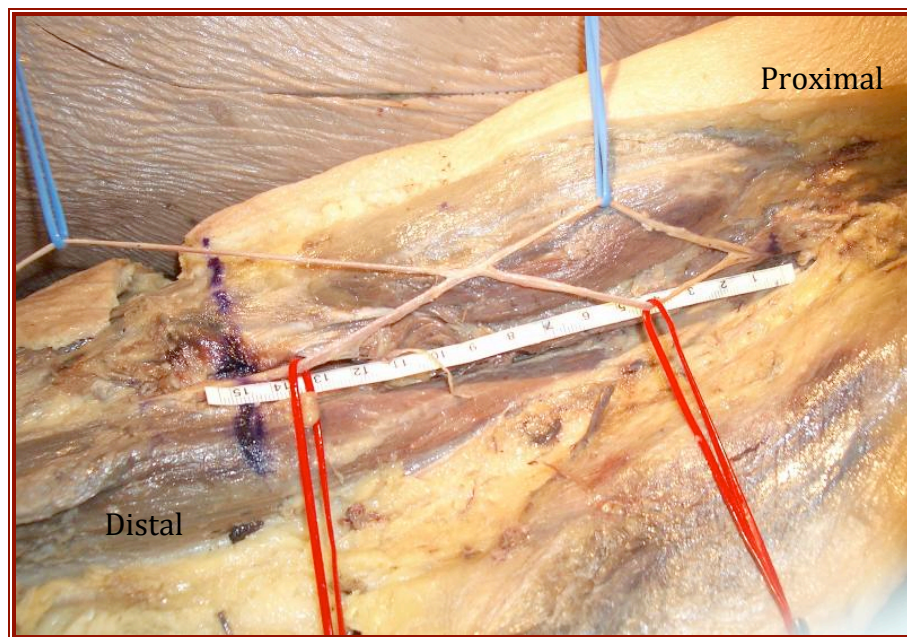
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

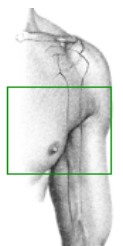
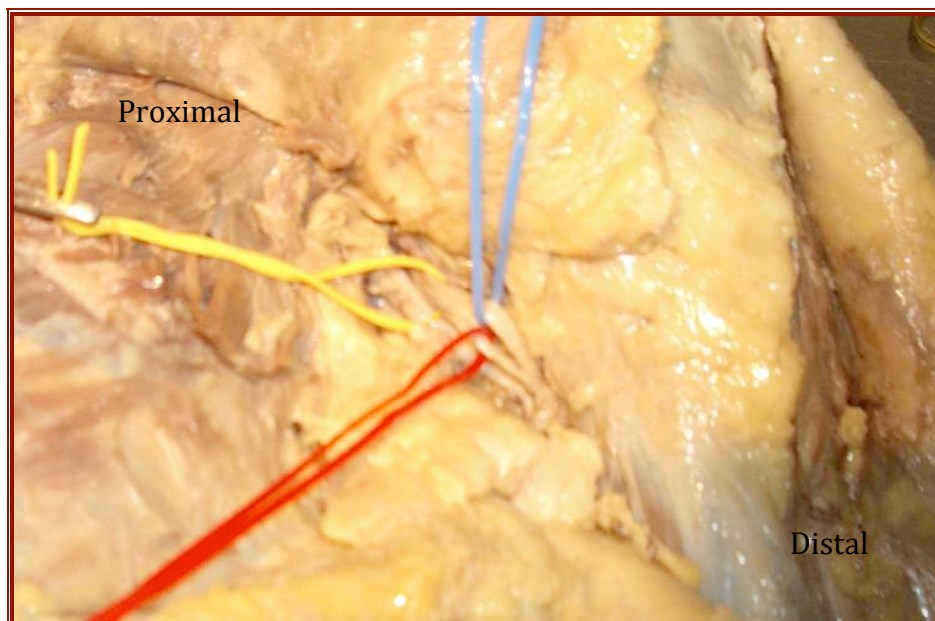
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 8 cm.

A nivel del Plexo

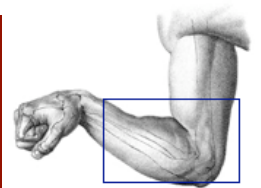
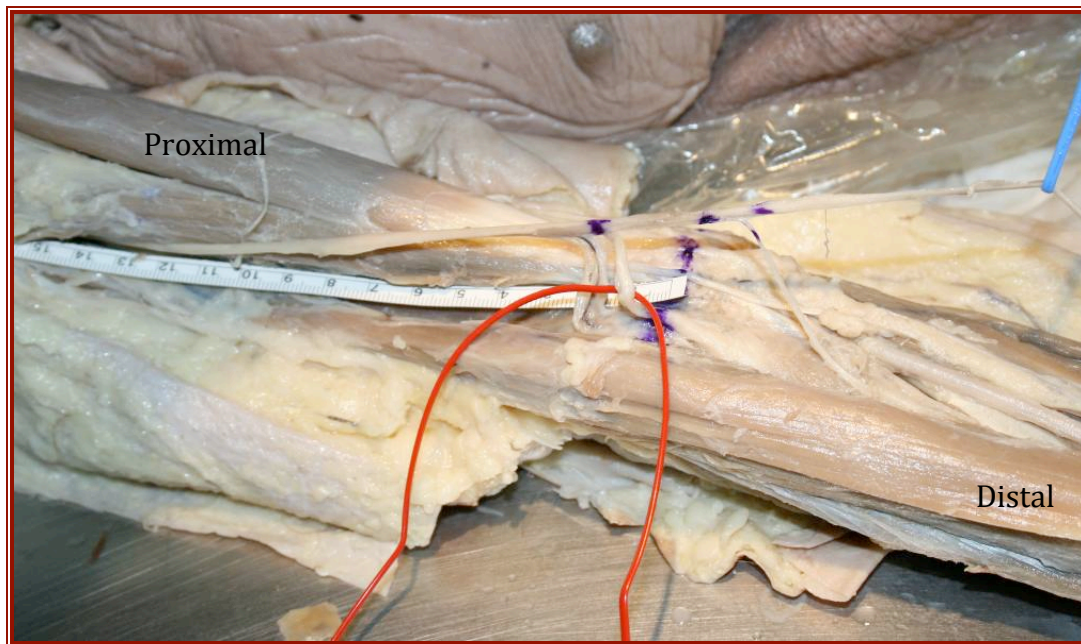


CADÁVER 18

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

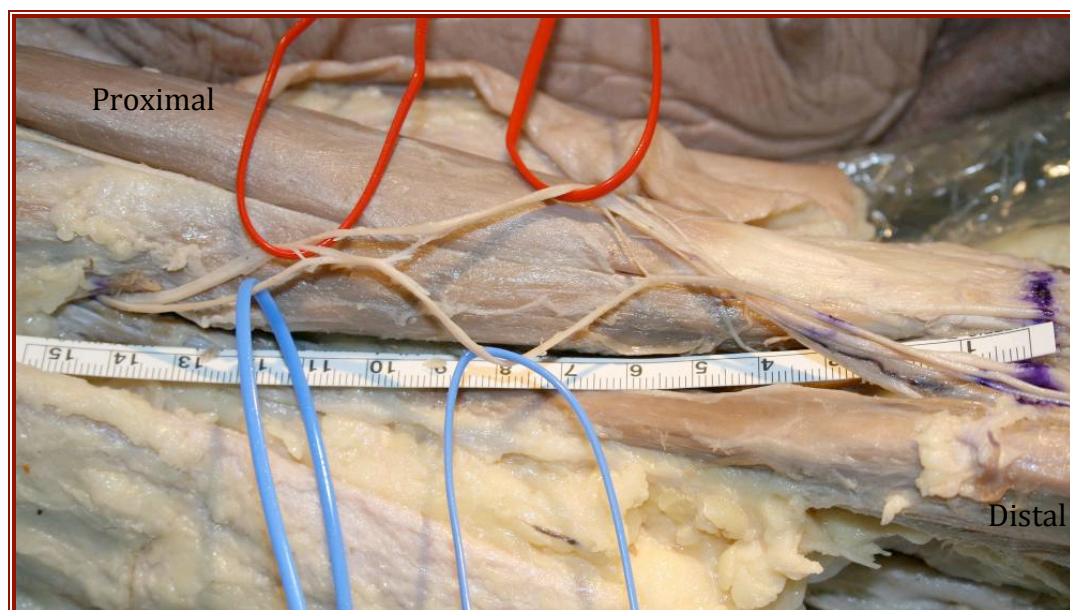
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 14,5 cm.

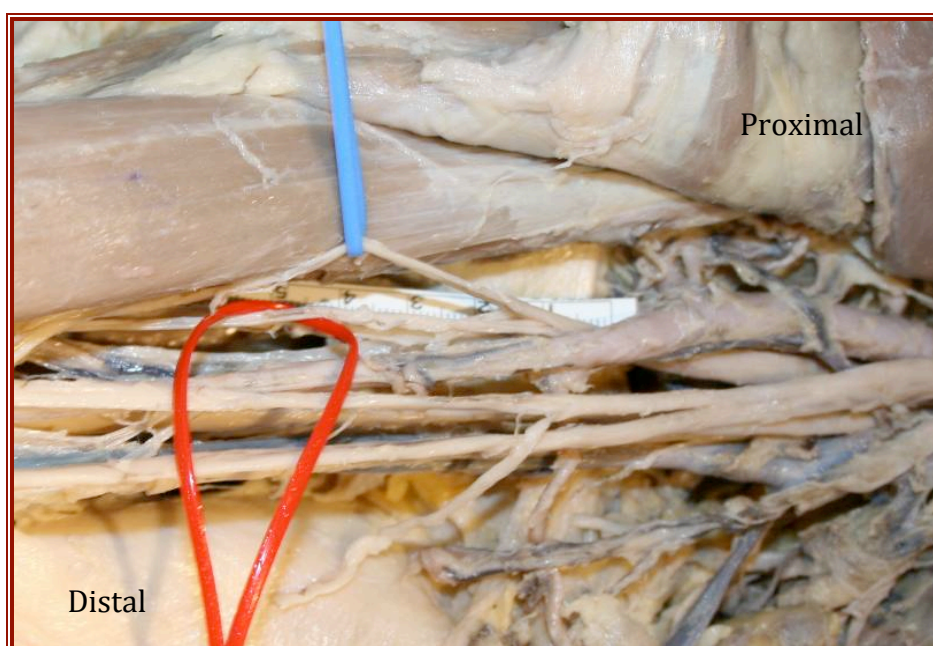
Distancia salida lateral - División fascículos: 12,5 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 3,5 y 8,5 cm.

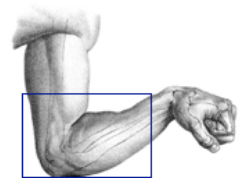
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

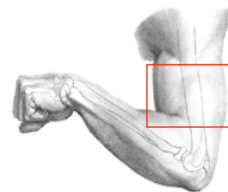
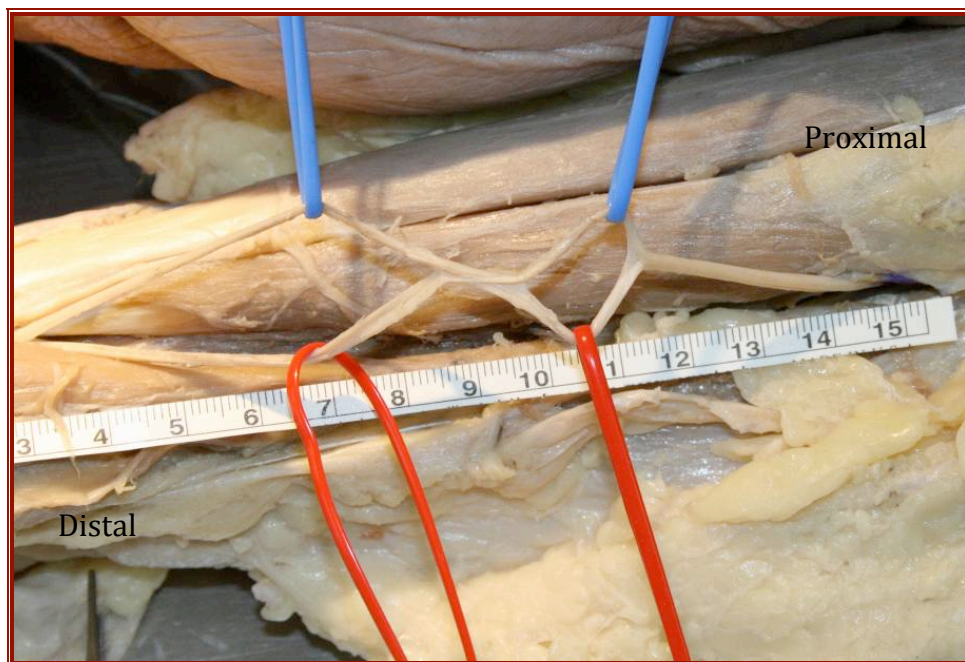
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

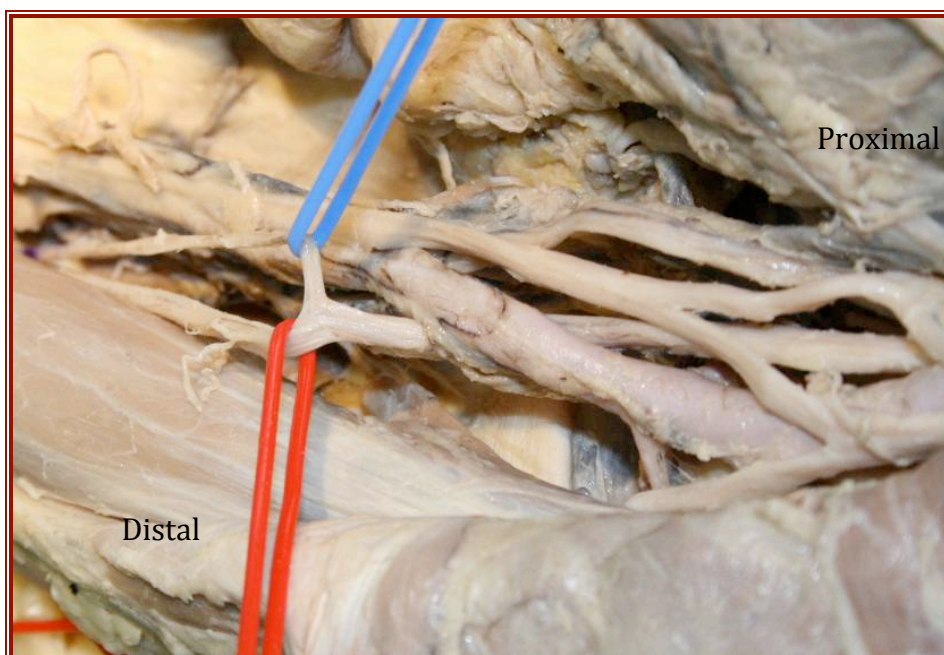
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamiento: 5 cm.

A nivel del Plexo

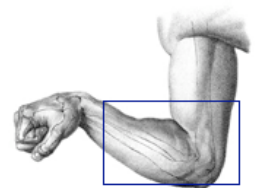
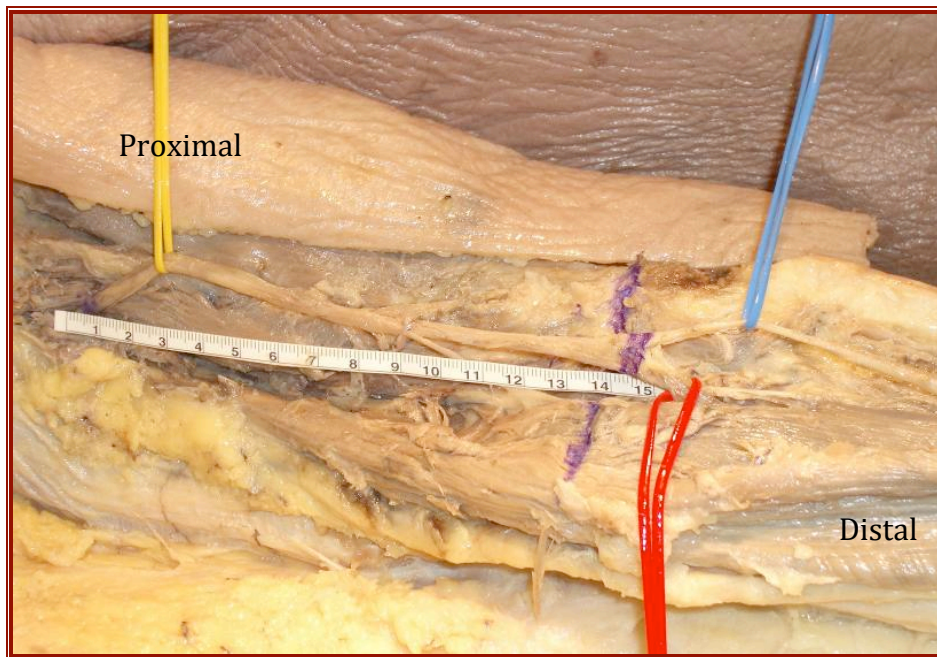


CADÁVER 19

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

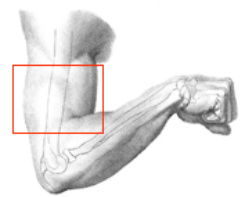
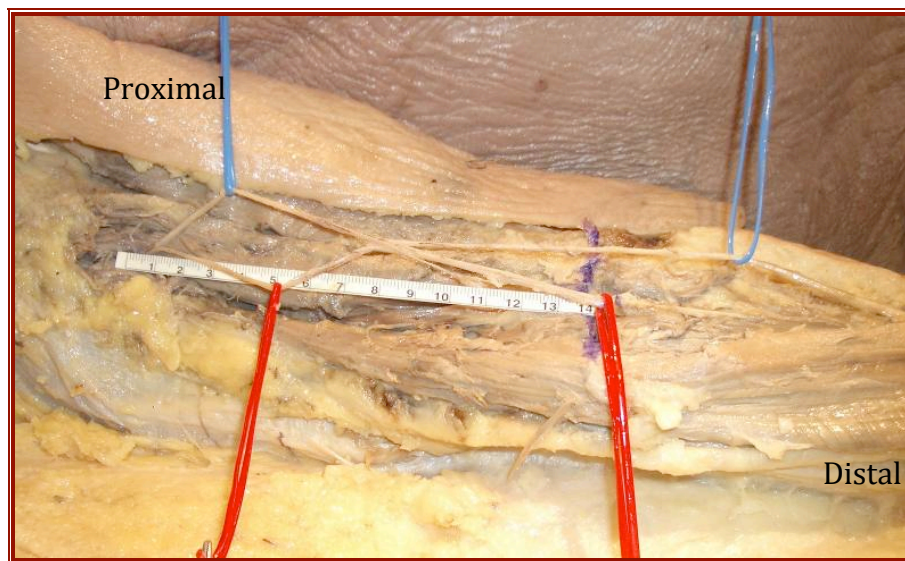
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

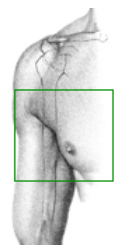
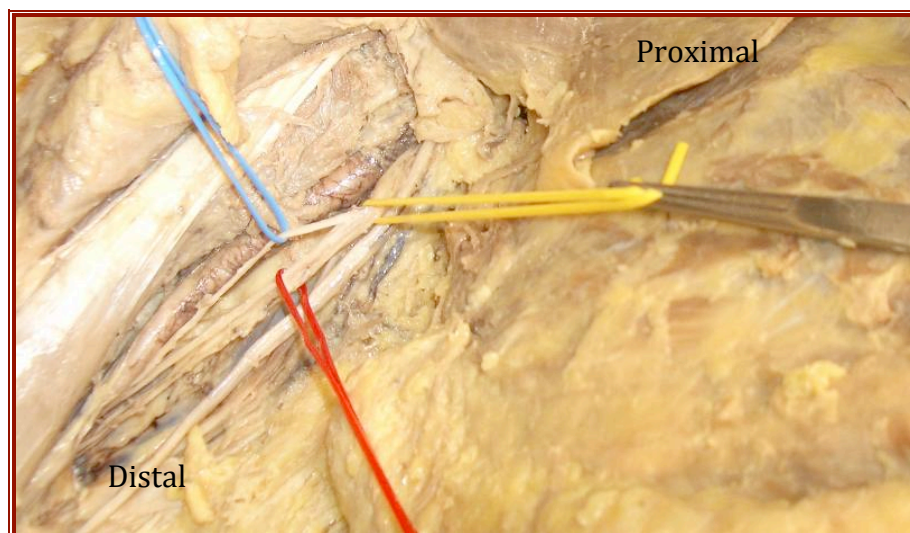
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamiento: 8 cm.

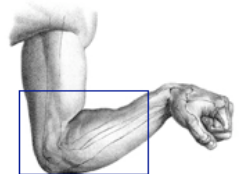
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

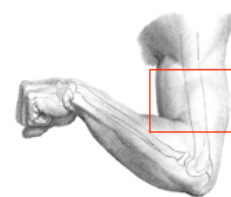
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 11 cm.

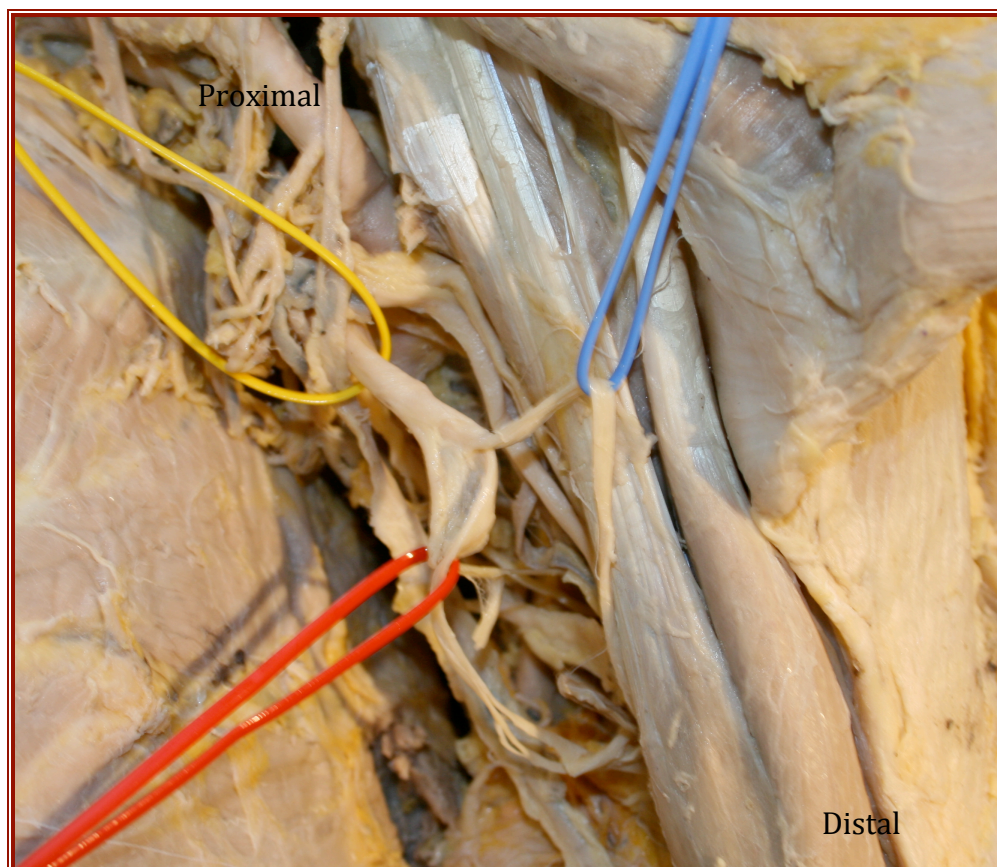
Distancia salida lateral - División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 8 cm.

A nivel del Plexo

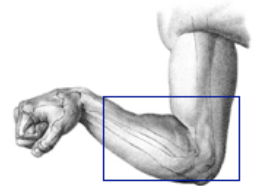
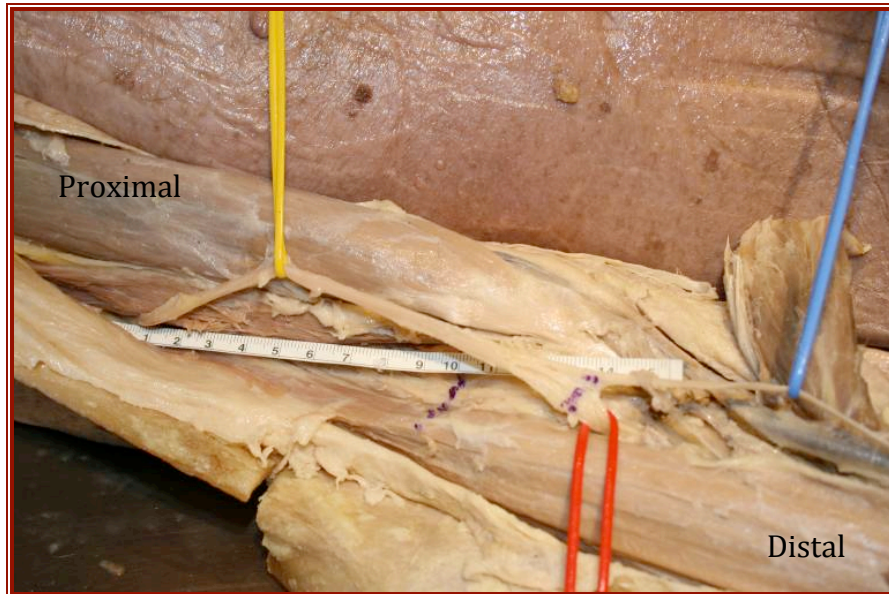


CADÁVER 20

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 10 cm.

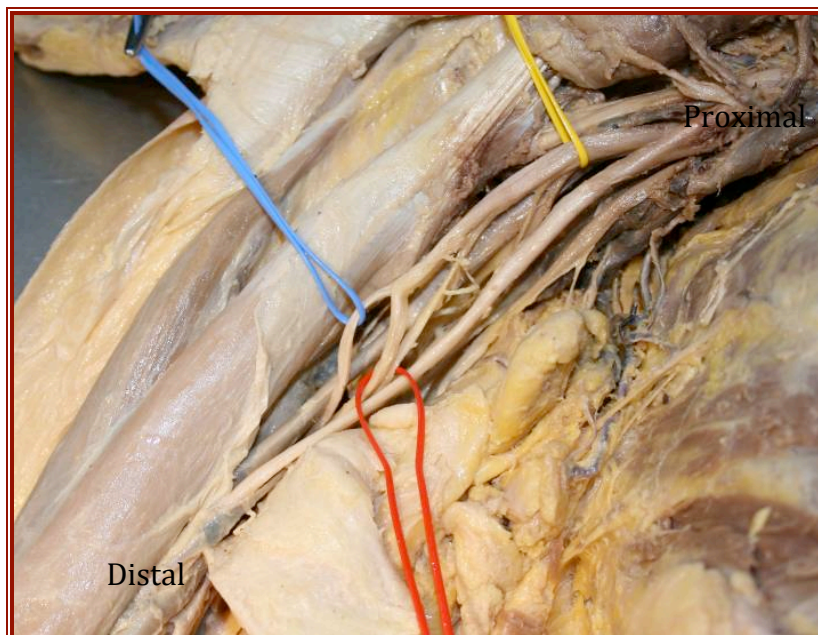
Distancia salida lateral - División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 5 cm.

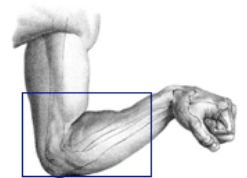
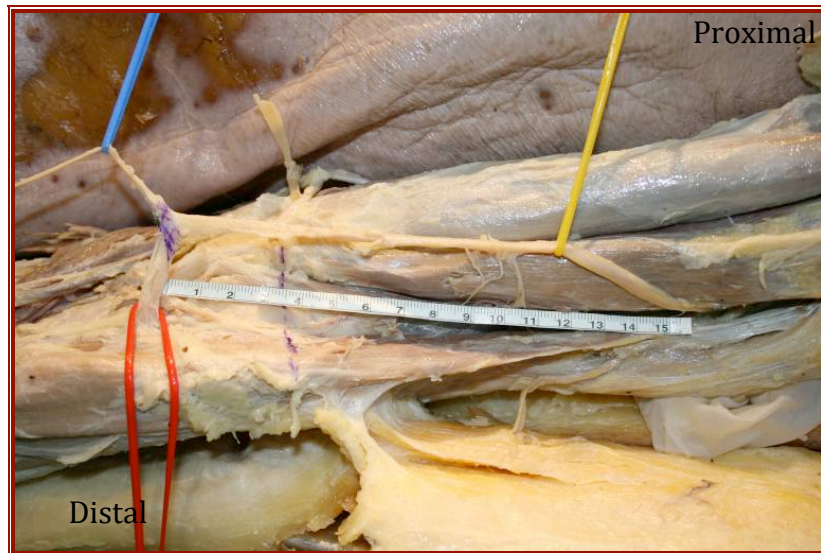
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

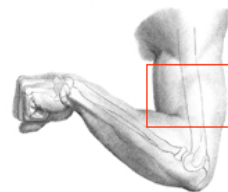
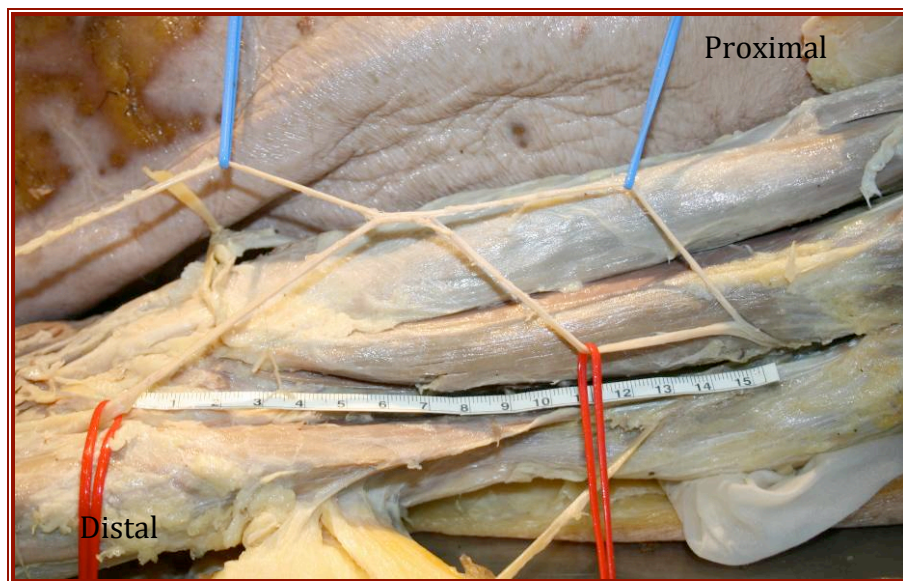
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 11,5 cm.

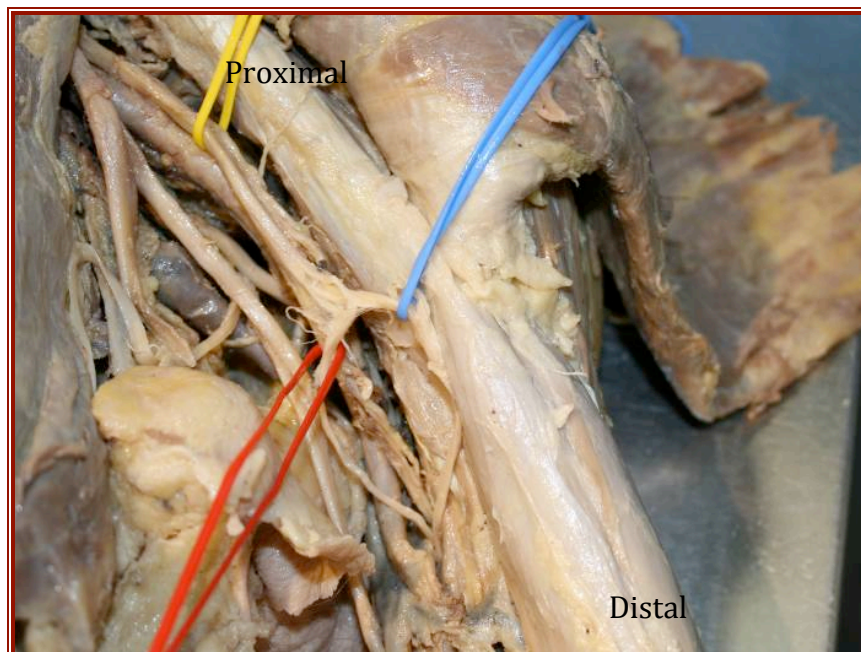
Distancia salida lateral - División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 6 cm.

A nivel del Plexo

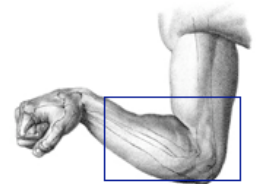
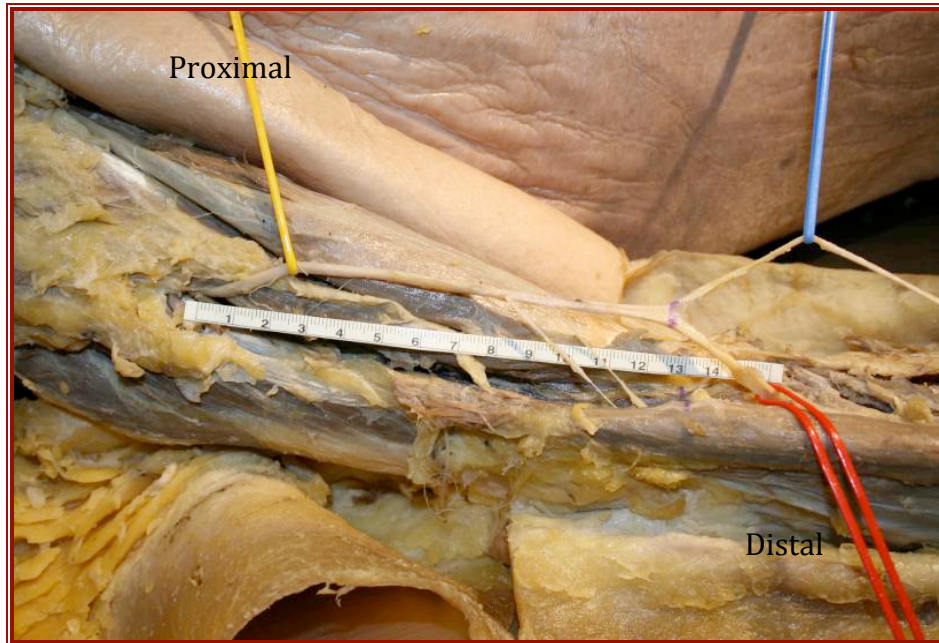


CADÁVER 21

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 12,5 cm.

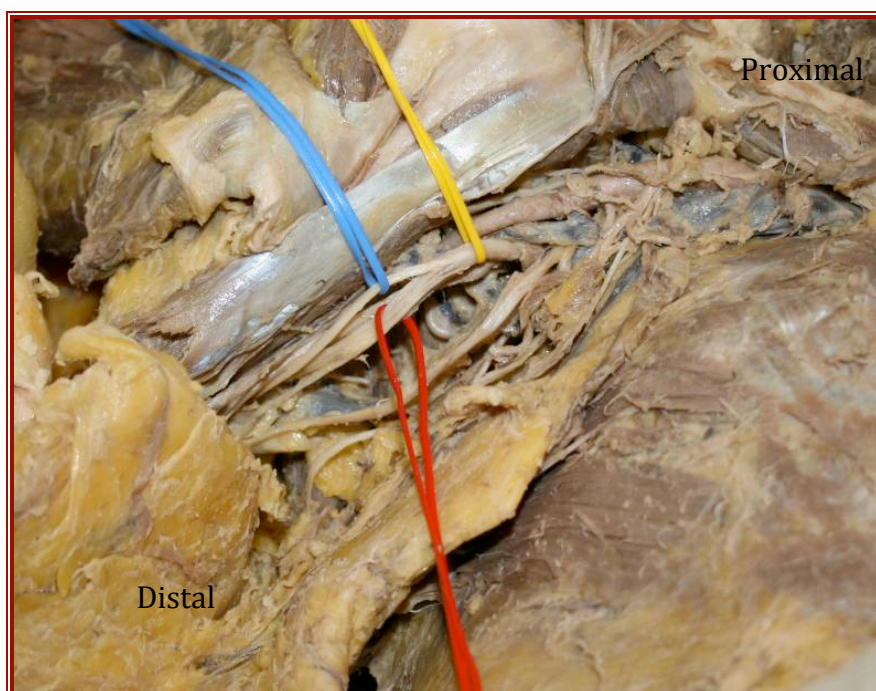
Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 6 cm.

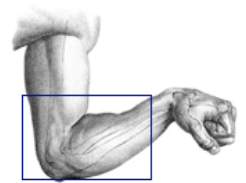
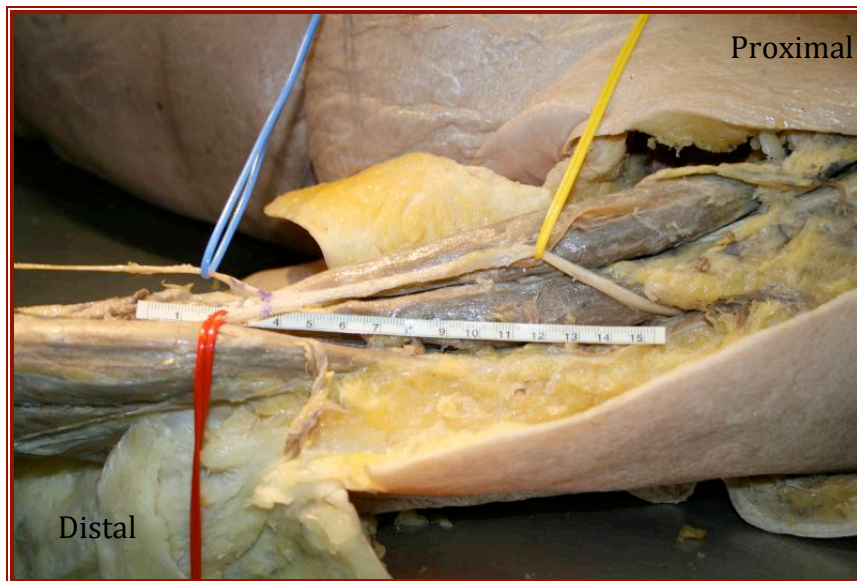
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

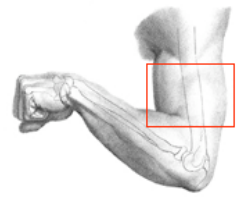
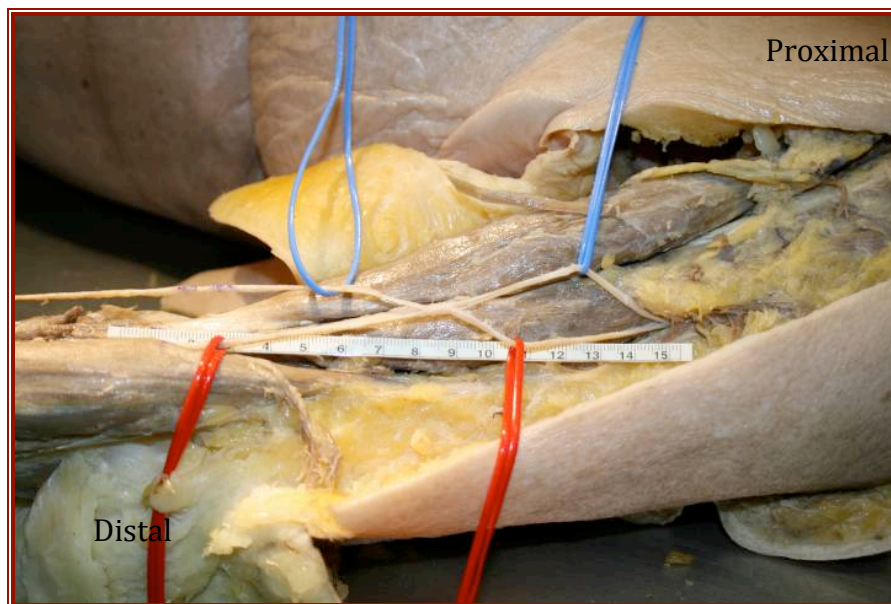
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral - Articulación codo: 12,5 cm.

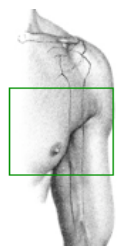
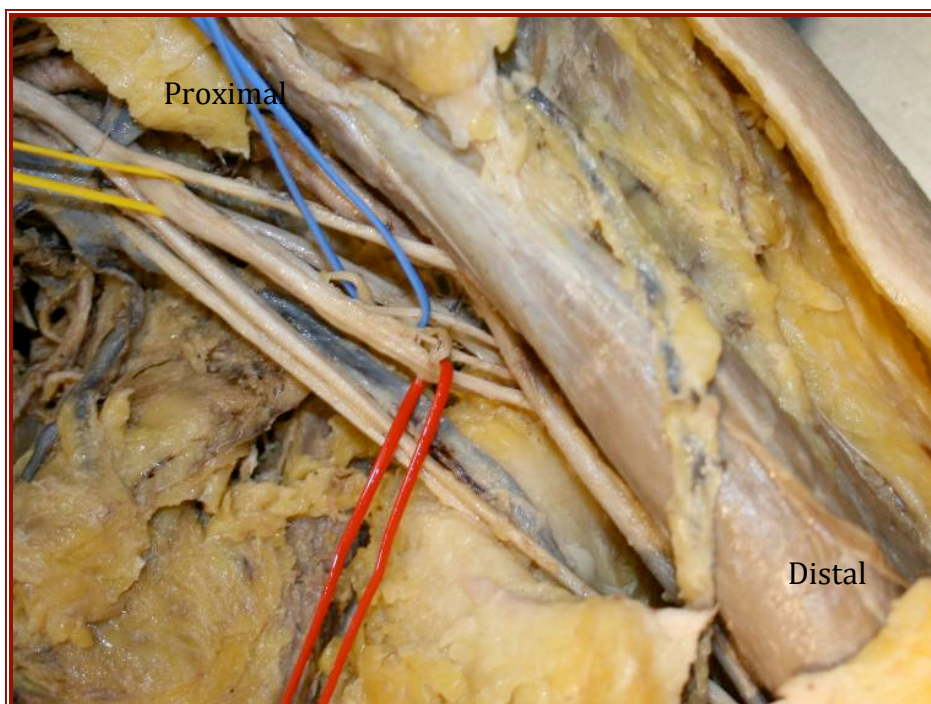
Distancia salida lateral - División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6 cm.

A nivel del Plexo

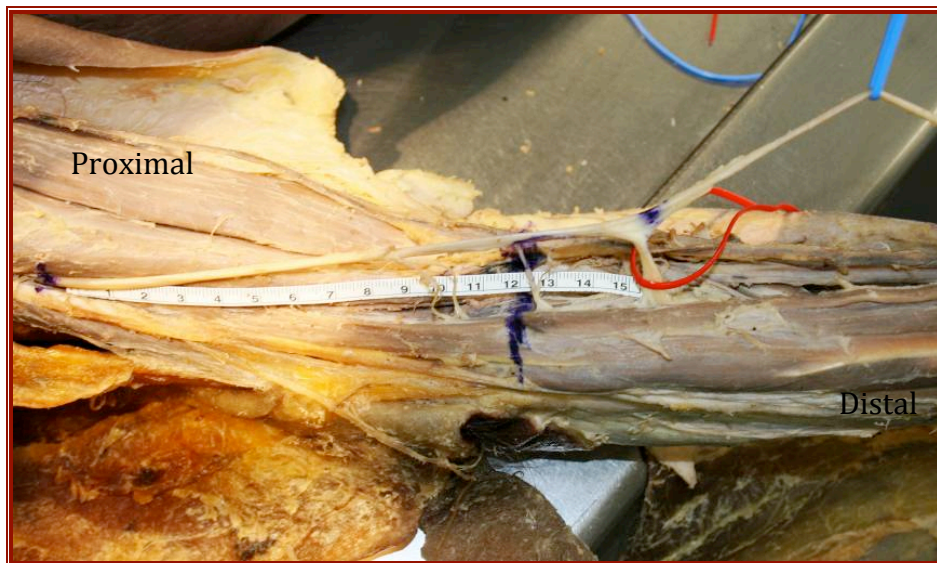


CADÁVER 22

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 12,5 cm.

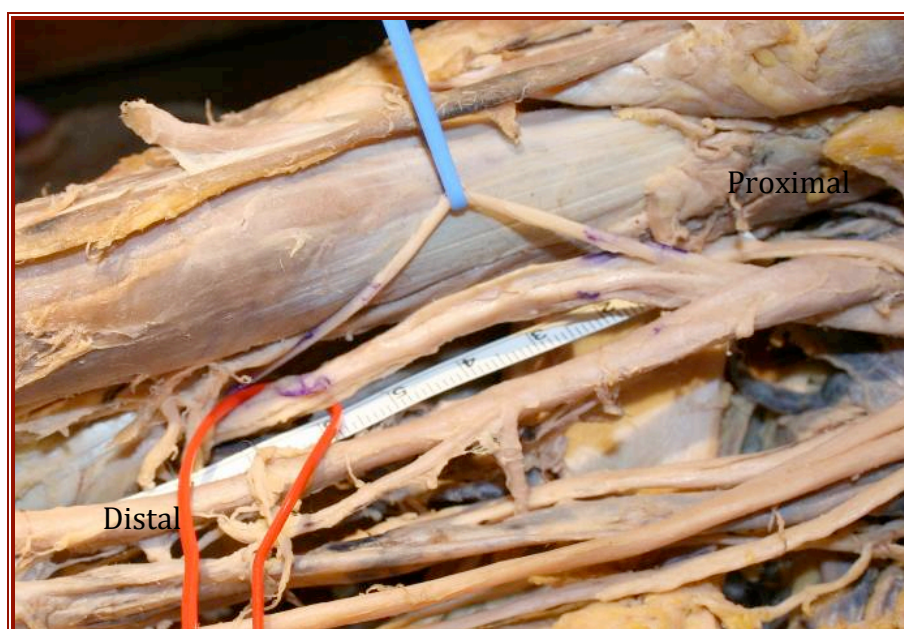
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 6,5 cm.

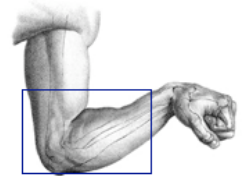
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

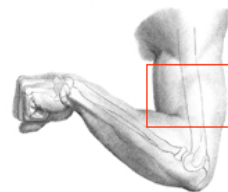
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 15 cm.

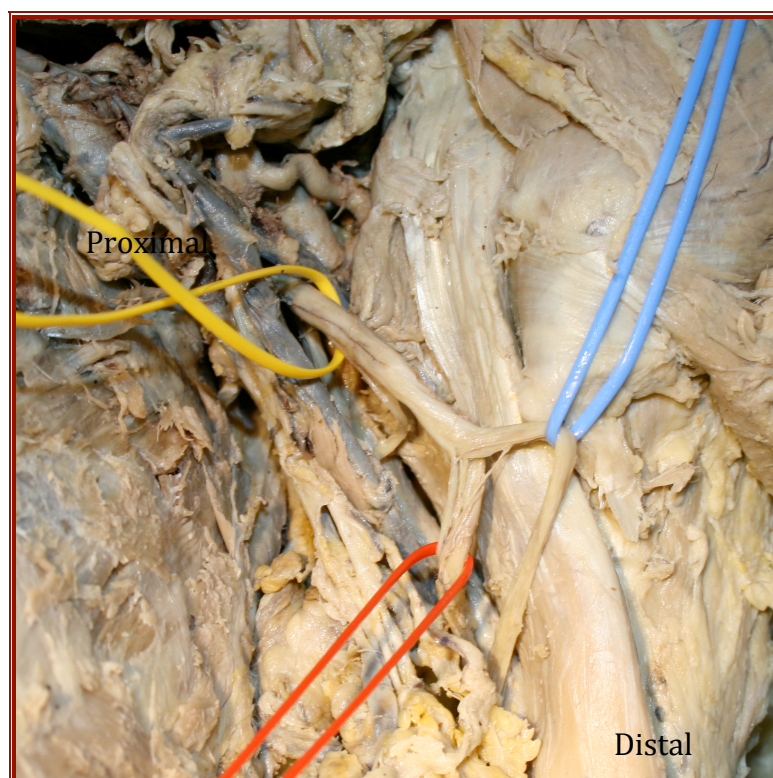
Distancia salida lateral – División fascículos: 16 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 8 cm.

A nivel del Plexo

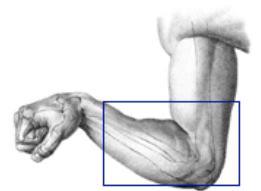


CADÁVER 23

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 10 cm.

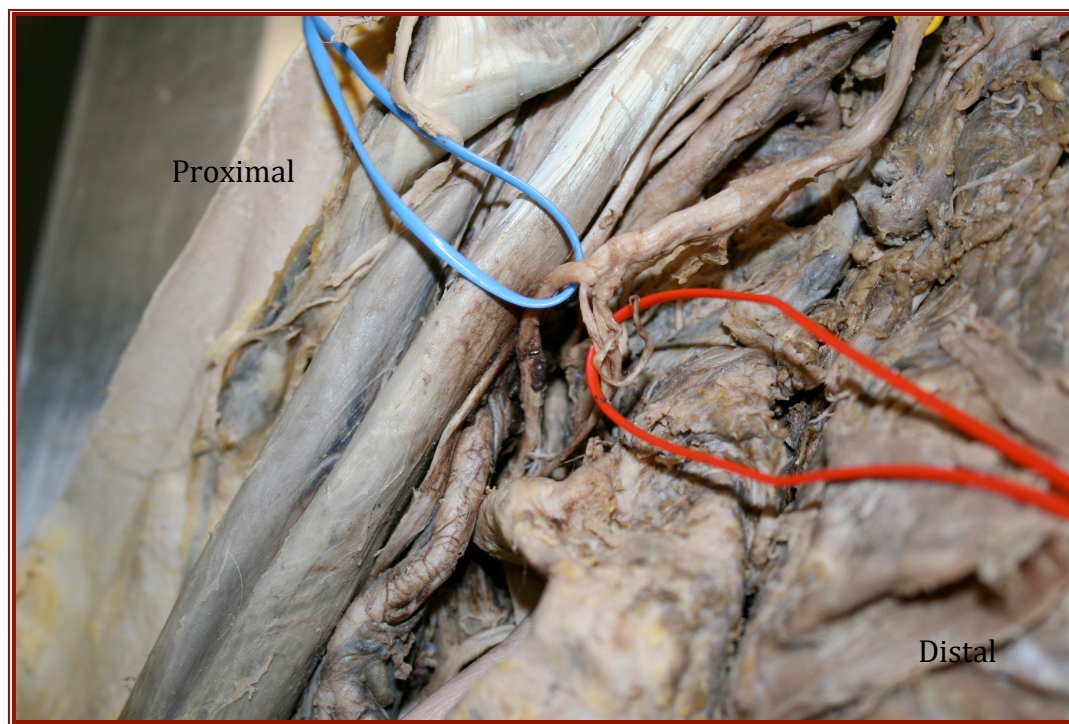
Distancia salida lateral – División fascículos: 12 cm

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 cm.

A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

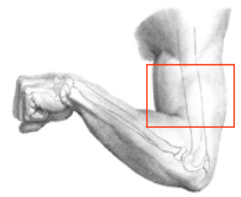
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 13 cm.

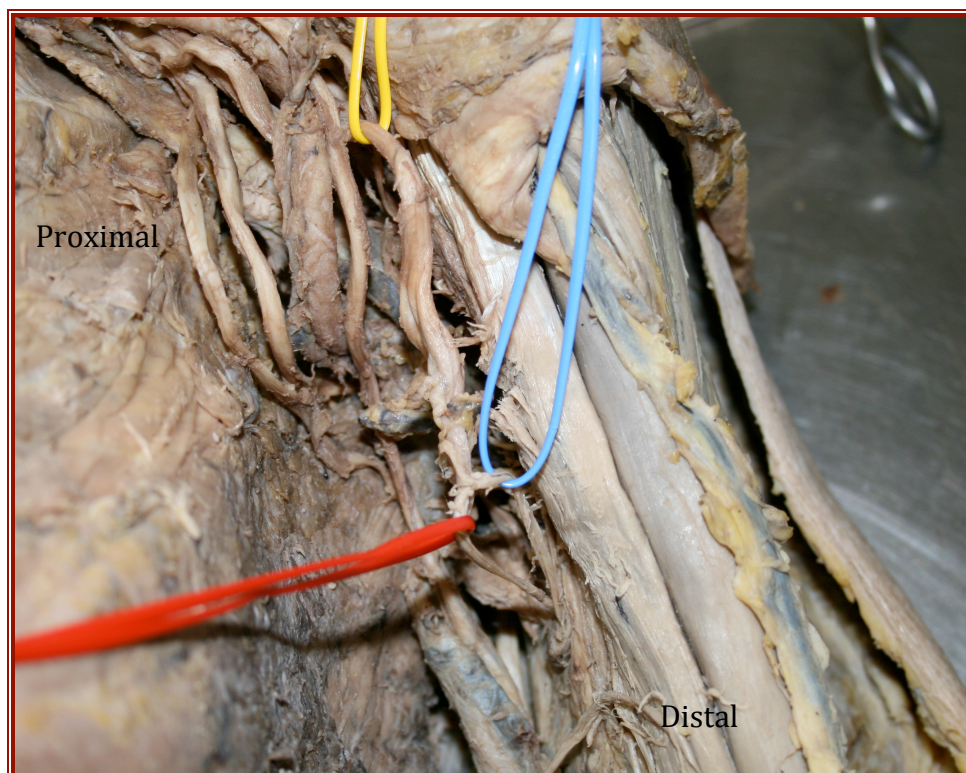
Distancia salida lateral – División fascículos: 14 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 8 cm.

A nivel del Plexo

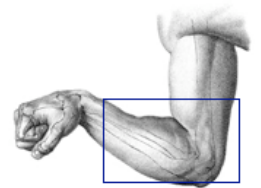


CADÁVER 24

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

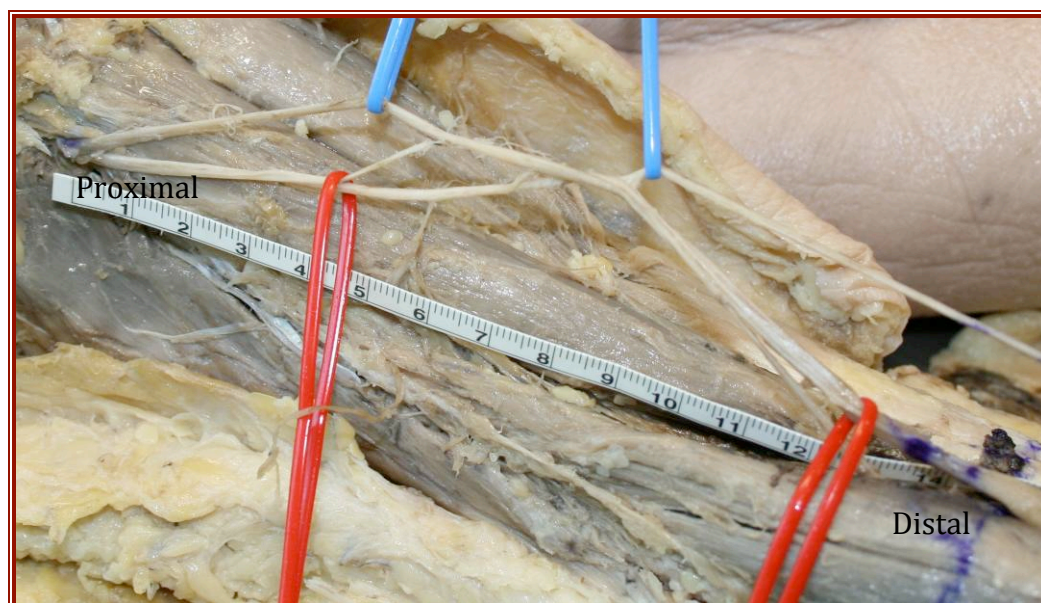
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14,5 cm.

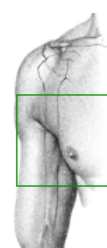
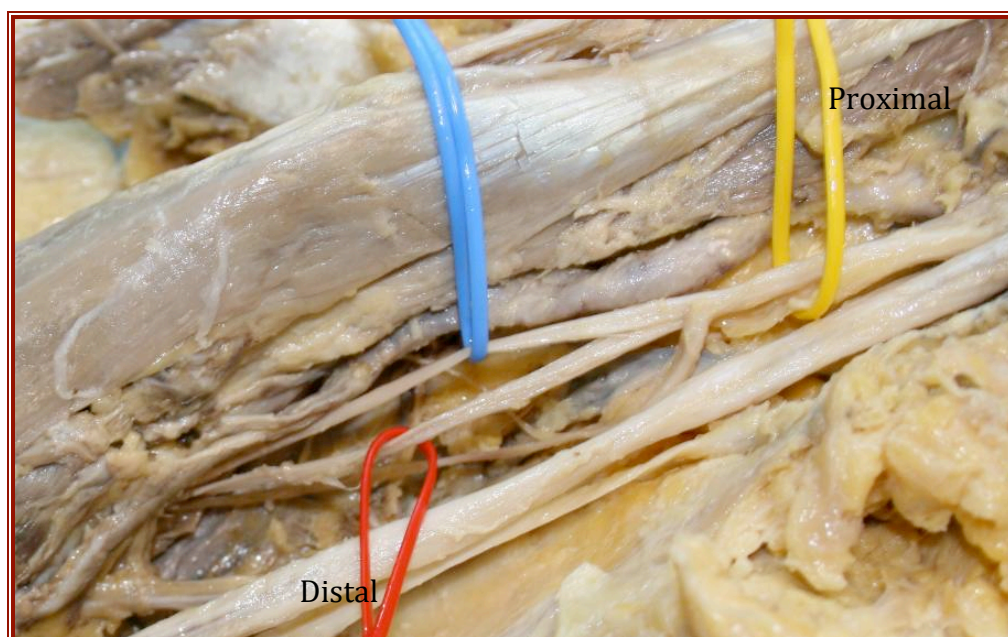
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral - Entrecruzamientos: 7,5 y 8,5 cm.

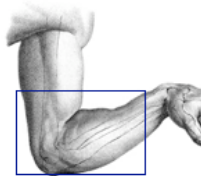
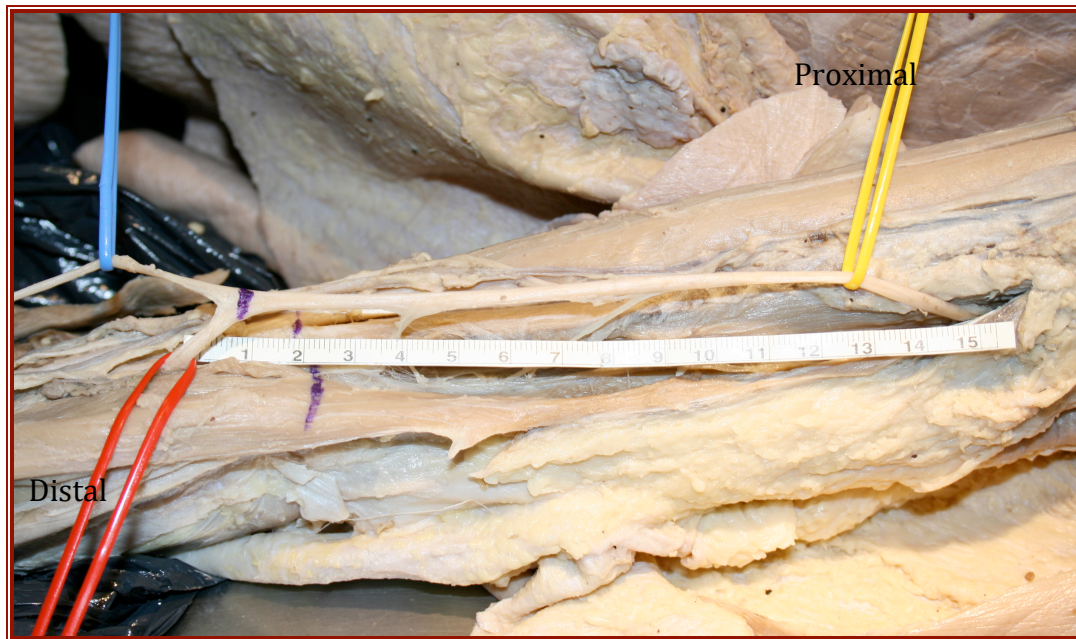
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

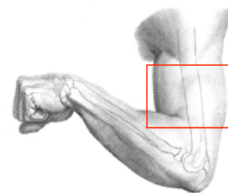
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

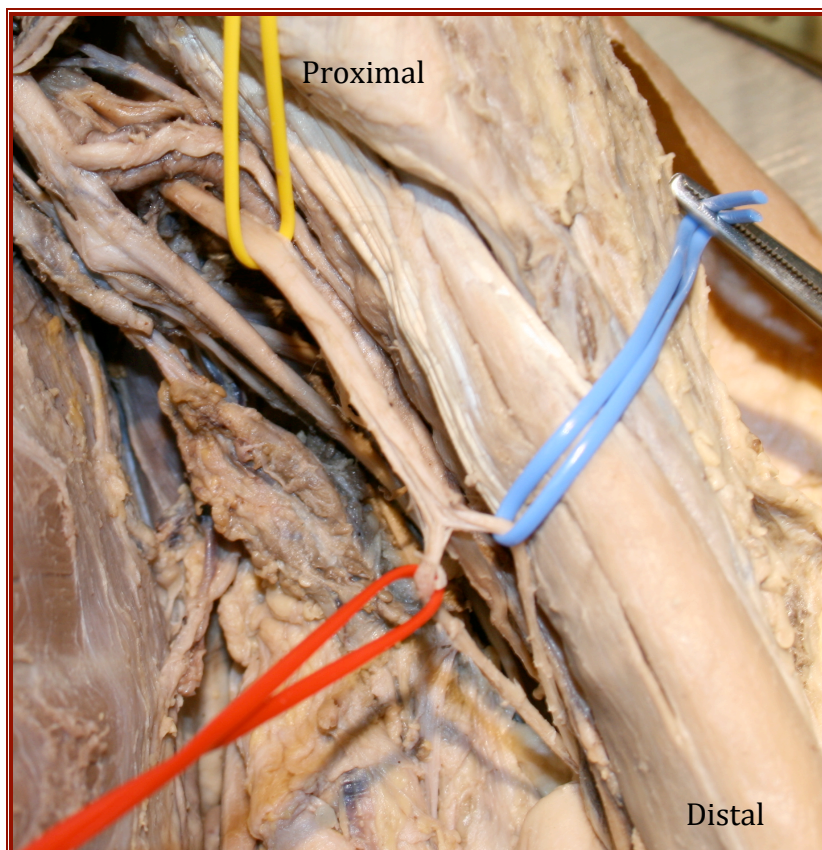
Distancia salida lateral – División fascículos: 15 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 cm.

A nivel del Plexo

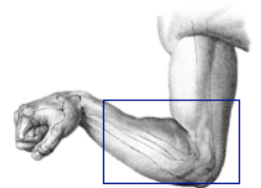


CADÁVER 25

Nervio Radial Derecho

A nivel del brazo

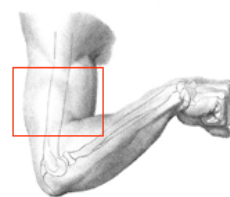
Previo a Microdissección



Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

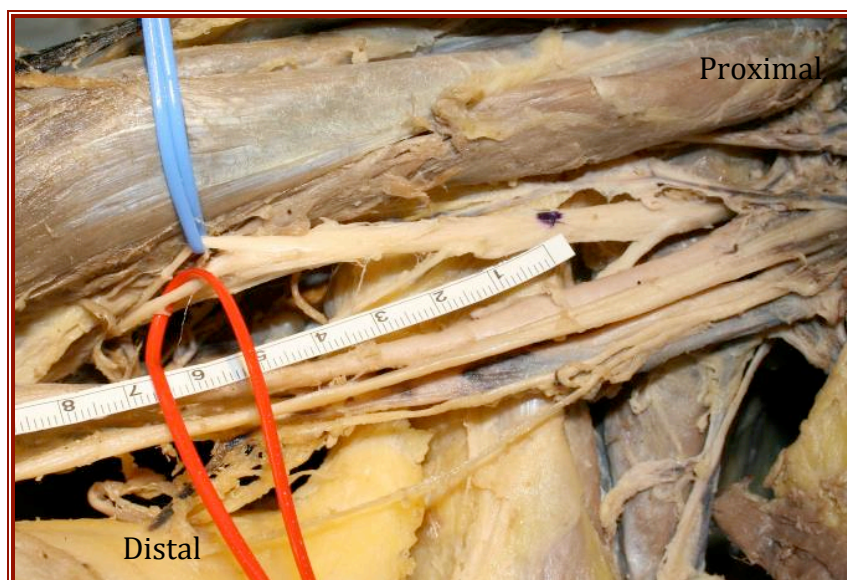
Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



Distancia salida lateral – Entrecruzamientos: 5 cm.

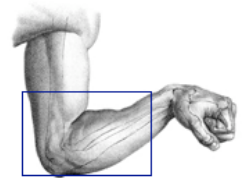
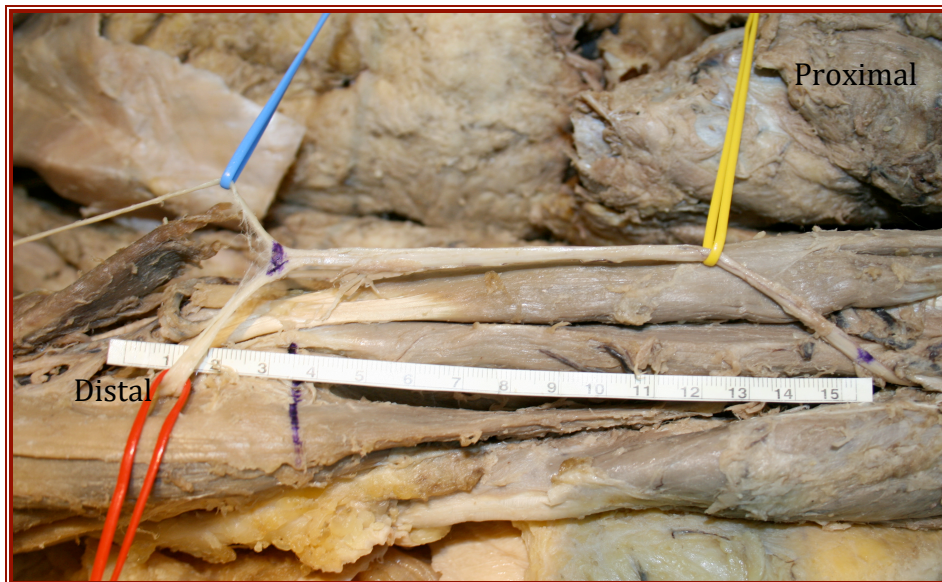
A nivel del Plexo



Nervio Radial Izquierdo

A nivel del brazo

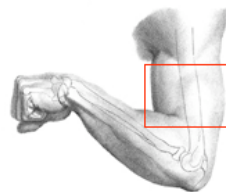
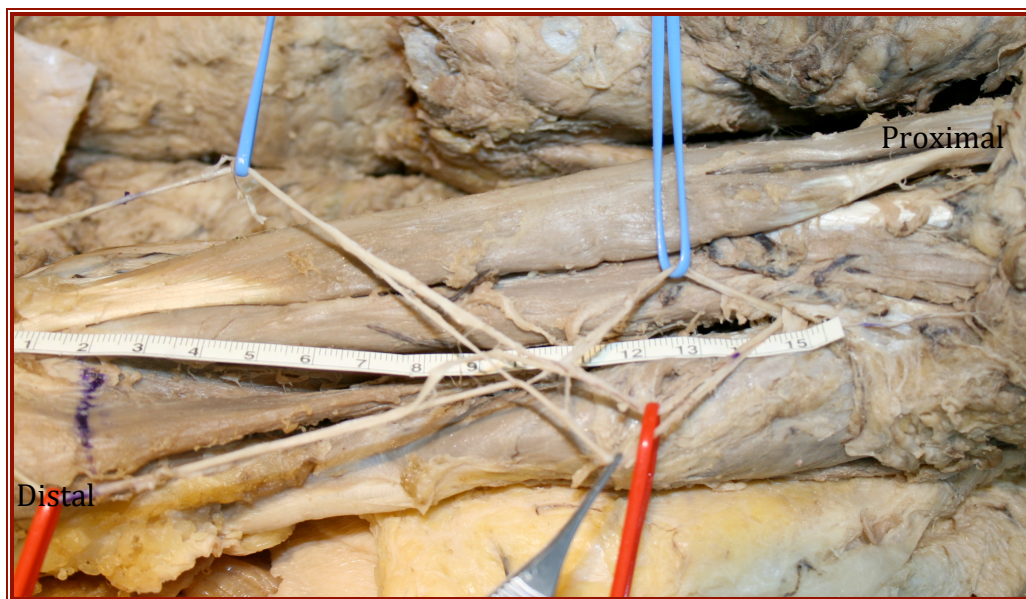
Previo a Microdissección



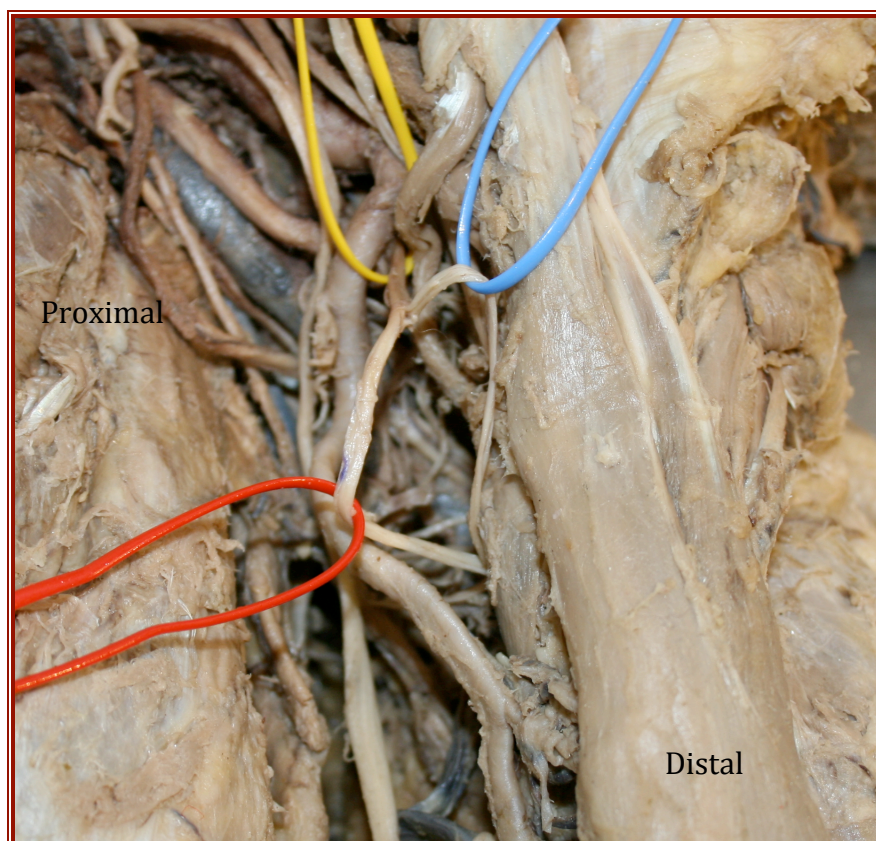
Distancia salida lateral – Articulación codo: 14 cm.

Distancia salida lateral – División fascículos: 13 cm.

Tras Microdissección



A nivel del Plexo



3.4. MEDICIONES REALIZADAS EN LOS 50 MIEMBROS SUPERIORES DISECADOS

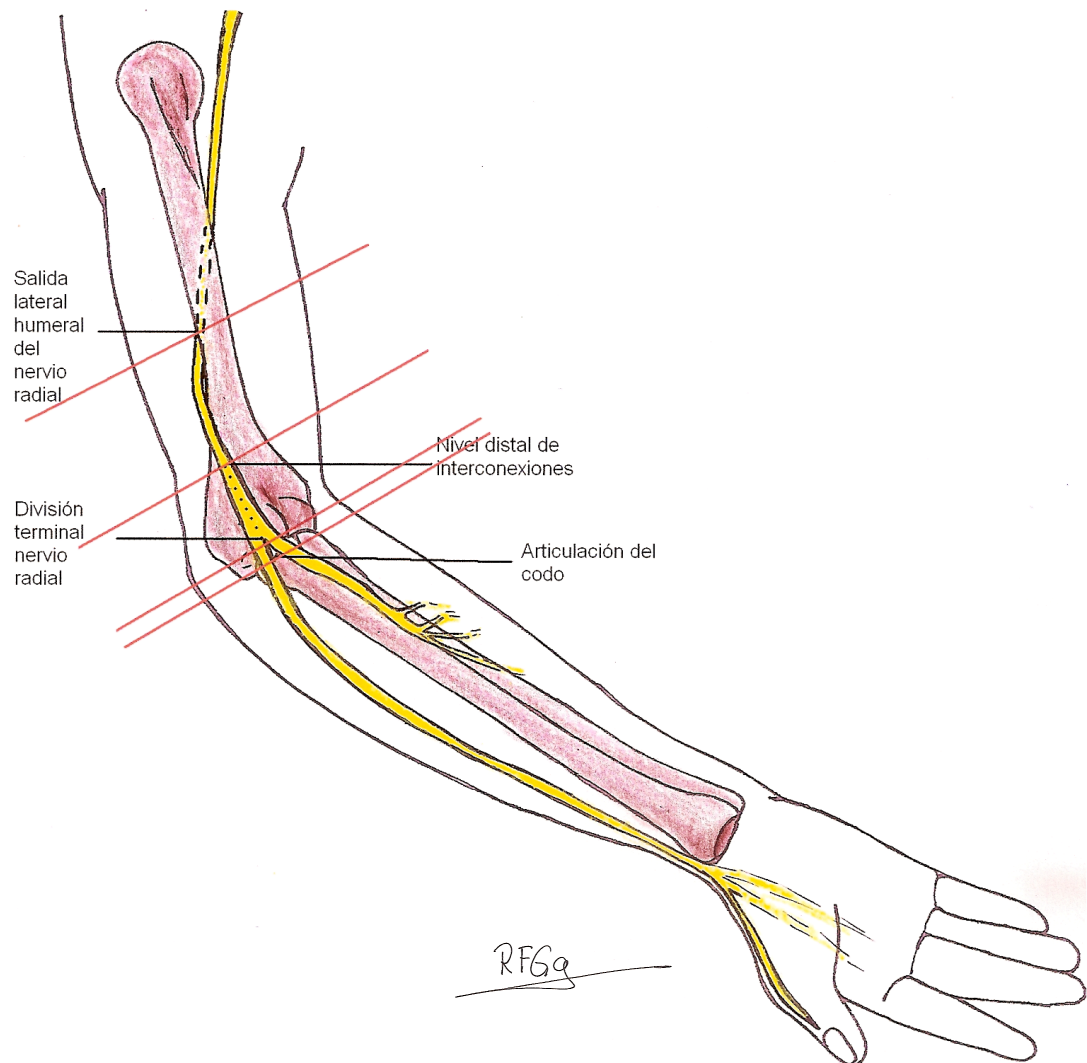


Fig. 38. Recorrido del nervio radial, puntos de referencia y mediciones a realizarse.

Tabla 3. Mediciones realizadas en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados (Fig. 38)

3A. Brazo Derecho

CADAVER	BRAZO DERECHO			
	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ARTIC.CODO	DISTANCIA SALIDA LATERAL- DIVISION FASCICULOS SENSIT Y MOTOR	DISTANCIA CODO- DIVISIÓN	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ENTRECRUZAMIENTO
1	12,5	14	1,5	6.5
2	14.5	12,5	-2	8,5
3	14	13	-1	10
4	14	12,5	-1,5	5
5	13	9	-4	6
6	14	13	-1	5
7	11	10,5	-0,5	6
8	10	10	0	2
9	13	11	-2	6
10	10	11	1	5
11	13	13	0	8
12	11	10	-1	7
13	10,5	11	0,5	7
14	12	13	1	6,5
15	13	14	1	8
16	16	17	1	11
17	14	15	1	7
18	15	13	-2	6,5
19	13	13	?	8

MATERIAL Y MÉTODOS

20	12	12	0	8
21	13	13	0	6,5
22	14,5	15	0,5	8,5
23	15	16	1	10
24	11	13	2	5
25	13	15	2	6

3B. Brazo Izquierdo

CADAVER	BRAZO IZQUIERDO			
	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ARTIC.CODO	DISTANCIA SALIDA LATERAL- DIVISION FASCICULOS SENSIT Y MOTOR	DISTANCIA CODO- DIVISIÓN	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ENTRECRUZAMIENTO
1	13	15	2	6
2	15	15	0	5
3	10	9	-1	6,5
4	10	10	0	5,5
5	14	10	-4	7
6	14	13	-1	6
7	12	12	0	7,5
8	10,5	10	-0,5	5
9	10	12	2	4
10	10	10	0	5
11	13	14	1	7
12	10	10	0	7,5
13	11	11	0	5

14	12	13	1	7
15	15	14	-1	10
16	14	14	0	9
17	14	15	1	9
18	14	14	0	8,5
19	13	13	0	6
20	13	15	2	8
21	11,5	13	1,5	6
22	15	16	1	8
23	13	14	1	9
24	14	15	1	5
25	12	14	2	7

Tabla 4. Situación de fibras sensitivas en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados

4A. Brazo Derecho

CADAVER	DISPOSICIÓN FIBRAS <i>SENSITIVAS</i> EN BRAZO DERECHO		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
2	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
3	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
4	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
5	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
6	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
7	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
8	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
9	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
10	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
11	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
12	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
13	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
14	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
15	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
16	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
17	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
18	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
19	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
20	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
21	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
22	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

23	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
24	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
25	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

4B. Brazo Izquierdo

CADAVER	DISPOSICIÓN FIBRAS <i>SENSITIVAS</i> EN BRAZO IZQUIERDO		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
2	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
3	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
4	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
5	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
6	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
7	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
8	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
9	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
10	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
11	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
12	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
13	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
14	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
15	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
16	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
17	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
18	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

19	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
20	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
21	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
22	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
23	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
24	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
25	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

Tabla 5. Situación de fibras motoras en ambas extremidades en 25 cadáveres disecados

5A. Brazo Derecho

CADAVER	DISPOSICIÓN FIBRAS MOTORAS EN BRAZO DERECHO		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
2	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
3	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
4	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
5	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
6	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
7	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
8	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
9	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
10	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
11	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
12	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

13	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
14	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
15	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
16	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
17	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
18	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
19	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
20	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
21	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
22	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
23	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
24	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
25	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

5B. Brazo Izquierdo

CADAVER	DISPOSICIÓN FIBRAS <i>MOTORAS</i> EN BRAZO IZQUIERDO		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
2	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
3	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
4	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
5	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
6	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
7	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
8	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

9	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
10	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
11	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
12	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
13	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
14	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
15	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
16	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
17	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
18	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
19	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
20	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
21	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
22	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
23	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
24	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
25	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

RESULTADOS

4. RESULTADOS

Se estudiaron 25 cadáveres a quienes se hizo disección del nervio radial una vez localizado en el tercio distal de antebrazo hasta el plexo braquial en ambas extremidades superiores (n=50). Se procedió a tomar las medidas cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla (Tabla 6).

Tabla 6. Recogida de datos.

6A. Brazo Derecho

CADAVER	BRAZO DERECHO			
	DISTANCIA SALIDA LATERAL-ARTIC CODO	DISTANCIA SALIDA LATERAL- DIVISION FASCICULOS	DISTANCIA CODO-DIVISIÓN	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ENTRECruzAM
1	12,5	14	1,5	6.5
2	14.5	12,5	-2	8,5
3	14	13	-1	10
4	14	12,5	-1,5	5
5	13	9	-4	6
6	14	13	-1	5
7	11	10,5	-0,5	6
8	10	10	0	2
9	13	11	-2	6
10	10	11	1	5
11	13	13	0	8
12	11	10	-1	7

RESULTADOS

13	10,5	11	0,5	7
14	12	13	1	6,5
15	13	14	1	8
16	16	17	1	11
17	14	15	1	7
18	15	13	-2	6,5
19	13	13	?	8
20	12	12	0	8
21	13	13	0	6,5
22	14,5	15	0,5	8,5
23	15	16	1	10
24	11	13	2	5
25	13	15	2	6

6B. Brazo Izquierdo

CADAVER	BRAZO DERECHO			
	DISTANCIA SALIDA LATERAL-ARTIC CODO	DISTANCIA SALIDA LATERAL- DIVISION FASCICULOS	DISTANCIA CODO-DIVISIÓN	DISTANCIA SALIDA LATERAL- ENTRECruzAM
1	13	15	2	6
2	15	15	0	5
3	10	9	-1	6,5
4	10	10	0	5,5
5	14	10	-4	7
6	14	13	-1	6
7	12	12	0	7,5

RESULTADOS

8	10,5	10	-0,5	5
9	10	12	2	4
10	10	10	0	5
11	13	14	1	7
12	10	10	0	7,5
13	11	11	0	5
14	12	13	1	7
15	15	14	-1	10
16	14	14	0	9
17	14	15	1	9
18	14	14	0	8,5
19	13	13	0	6
20	13	15	2	8
21	11,5	13	1,5	6
22	15	16	1	8
23	13	14	1	9
24	14	15	1	5
25	12	14	2	7

La descripción de los datos cualitativos se realiza en forma de frecuencias absolutas y porcentajes y los datos cuantitativos mediante media \pm desviación típica, mediana, mínimo y máximo.

Se han calculado intervalos de confianza del 95% para estimar los valores promedios de cada medida y para cada brazo.

La comparación de las medidas entre ambos brazos, se ha realizado mediante el test de la t-Student para datos pareados.

Todos las pruebas estadísticas se han considerado bilaterales y como valores significativos, aquellos p inferiores 0.05. Los datos se han analizado con el programa estadístico SPSS 12.0 (SPSS Inc.).

4.1. DISTANCIA HÚMERO-BIFURCACIÓN NERVIO RADIAL

Lado Derecho: ***12,78 ± 1,95*** (Media ± Desviación Típica)

Lado Izquierdo: ***12,84 ± 2,05***

De todo ello, una vez calculada la media y obteniéndose el error Standard, se deduce que los intervalos de confianza del 95% ($\bar{x} \pm 1,96 \cdot DT$) serían los siguientes:

Lado Derecho: ***[11,90 - 13,66]*** [Límite Superior – Límite Inferior]

Lado Izquierdo: ***[11,83 - 13,64]***

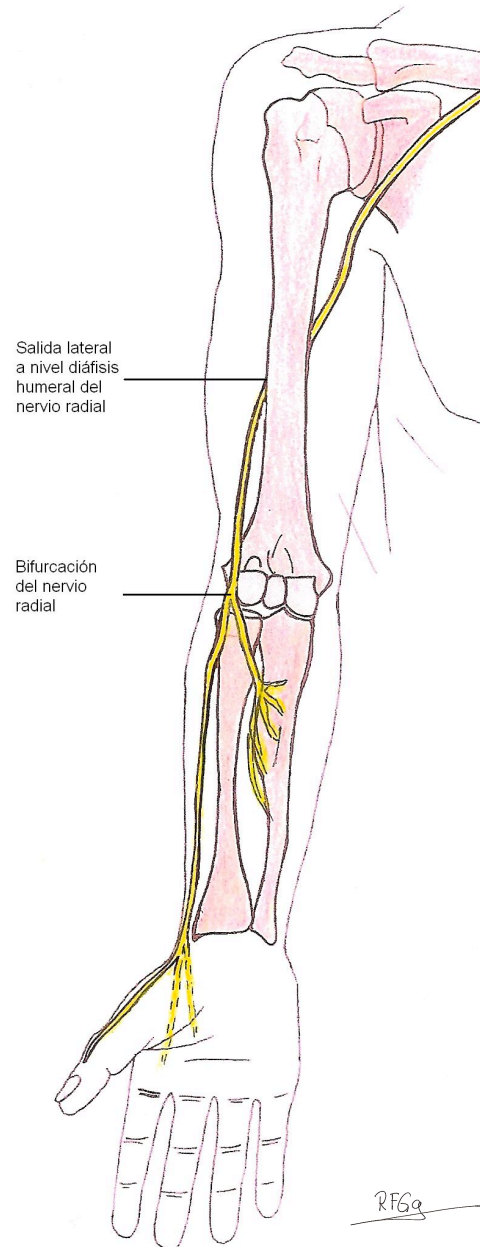


Fig. 39. Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio Radial – Bifurcación Nervio Radial.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 12.0. Para correlacionar ambos datos se utilizó la t-Student para datos pareados, la cual demostró que NO existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos miembros ($p= 0,857$).

No obstante, procediéndose a la valoración de la correlación de muestras apareadas se objetiva que existe una correlación positiva entre ambos brazos de forma significativa ($p=0,000$; Correlación 0,666).

4.2. DISTANCIA HÚMERO-ARTICULACIÓN DEL CODO

Lado Derecho: **$12,81 \pm 1,62$** (Media \pm Desviación Típica)

Lado Izquierdo: **$12,52 \pm 1,74$**

De todo ello, una vez calculada la media y obteniéndose el error Standard, se deduce que los intervalos de confianza del 95% ($\bar{x} \pm 1,96 \cdot DT$) serían los siguientes:

Lado Derecho: **$[12,08 - 13,52]$** [Límite Superior – Límite Inferior]

Lado Izquierdo: **$[11,64 - 13,14]$**

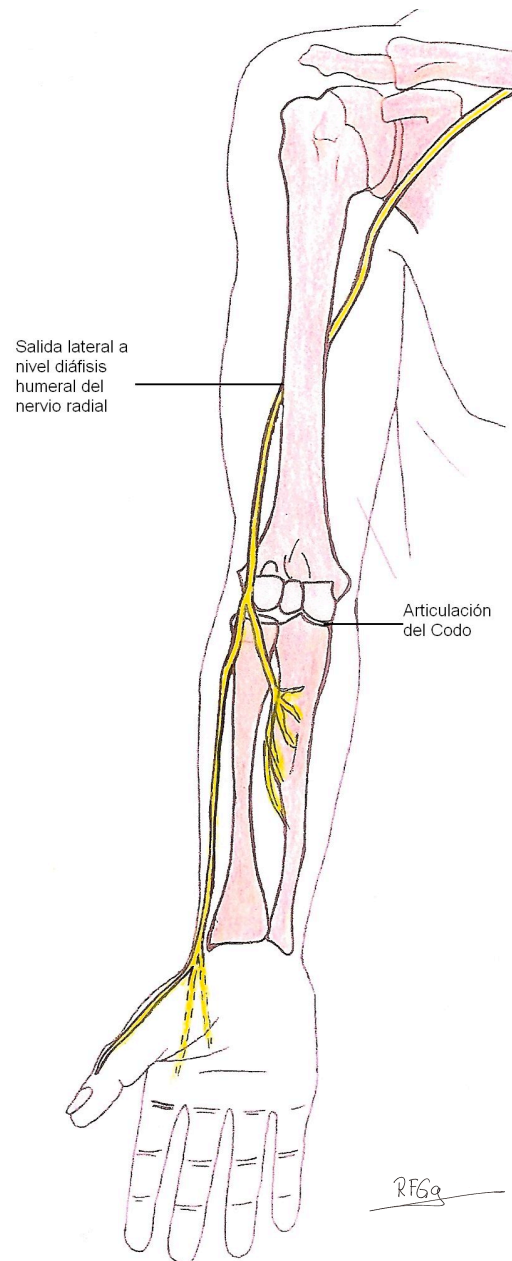


Fig. 40. Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio Radial – Articulación del Codo.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 12.0. Para correlacionar ambos datos se utilizó la t-Student para datos pareados, la cual demostró que NO existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos miembros ($p=0,269$).

No obstante, procediéndose a la valoración de la correlación de muestras apareadas se objetiva que existe una correlación positiva entre ambos brazos de forma significativa ($p=0,020$; Correlación 0,470).

4.3. DISTANCIA HÚMERO-INTERCONEXIONES EN TERCIO DISTAL BRAZO

Lado Derecho: **$6,92 \pm 1,91$** (Media \pm Desviación Típica)

Lado Izquierdo: **$6,78 \pm 1,58$**

De todo ello, una vez calculada la media y obteniéndose el error Standard, se deduce que los intervalos de confianza del 95% ($x \pm 1,96 \cdot DT$) serían los siguientes:

Lado Derecho: **$[5,95 - 7,65]$** [Límite Superior – Límite Inferior]

Lado Izquierdo: **$[6,20 - 7,58]$**

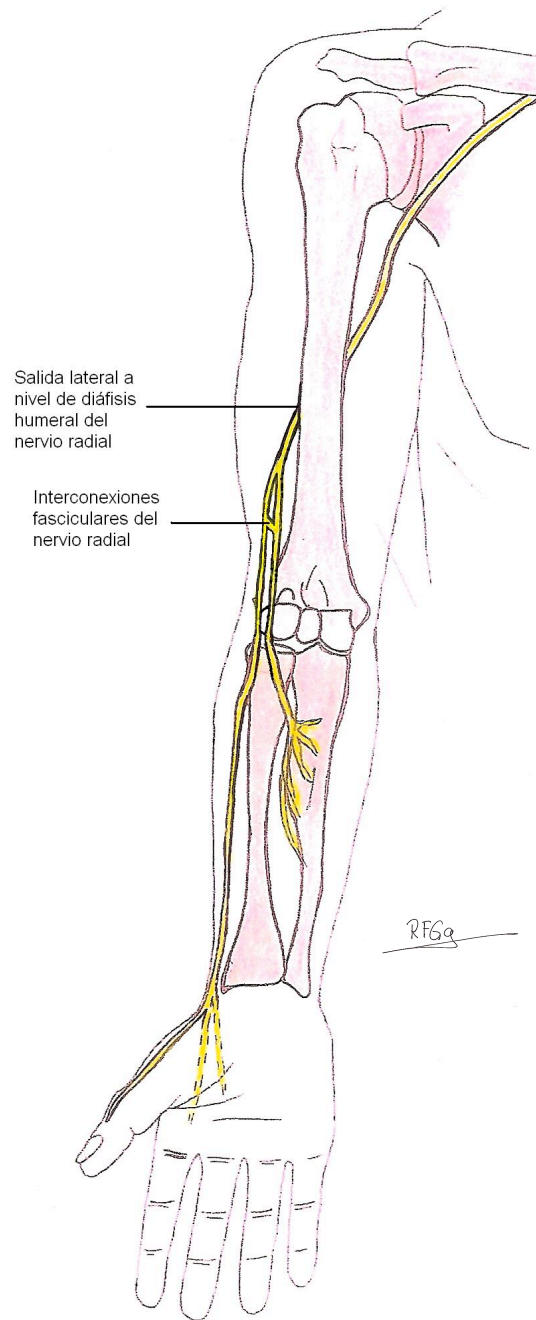


Fig.41 . Simulación de Distancia Salida Lateral del Nervio Radial – Articulación del Codo

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 12.0. Para correlacionar ambos datos se utilizó la t-Student para datos pareados, la cual demostró que NO existen diferencias

RESULTADOS

estadísticamente significativas entre los dos miembros ($p=0,685$) (Tabla 7 y 8).

No obstante, procediéndose a la valoración de la correlación de muestras apareadas se objetiva que existe una correlación positiva entre ambos brazos de forma significativa ($p=0,005$; Correlación 0,540) (Tabla 9).

Tabla 7. Descriptiva; valores anatómicos descriptivos en función de mediciones realizadas.

		Media	Error Standard	Límite Inferior (IC 95%)	Límite Superior (IC 95%)	Mediana	Varianza	Desviación Standard
BRAZO DERECHO	<u>Distancia Húmero - Bifurcación</u>	12,78	0,425	11,90	13,66	13	4,155	2,038
	<u>Distancia Húmero - Flexura del Codo</u>	12,80	0,346	12,08	13,52	13	2,767	1,663
	<u>Distancia Húmero - Entrecruzamiento</u>	6,80	0,408	5,95	7,65	6,5	3,835	1,958
BRAZO IZQUIERDO	<u>Distancia Húmero - Bifurcación</u>	12,73	0,436	11,83	13,64	13	4,383	2,093
	<u>Distancia Húmero - Flexura del Codo</u>	12,39	0,361	11,64	13,14	13	2,999	1,731
	<u>Distancia Húmero - Entrecruzamiento</u>	6,89	0,332	6,20	7,58	7	2,544	1,595

Tabla 8. Análisis estadístico según t-Student.

	Media	Desviación Standard	Error Standard de la Media	Límite Inferior (IC 95%)	Límite Superior (IC 95%)	t	Sig. (2-colas)
<u>Distancia Húmero - Bifurcación</u>	-0.060	1.6413	0.3282	-0.737	0.6175	-0.183	0.857
<u>Distancia Húmero - Flexura del Codo</u>	0,3958	1.7129	0.3496	-0.327	1.1192	1.132	0.269
<u>Distancia Húmero - Entrecruzamiento</u>	0.1400	1.7048	0.3409	-0.563	0.8437	0.411	0.684

Tabla 9. Valoración de la Correlación para Muestras Pareadas

	Correlación	Sig.
<u>Distancia Húmero - Bifurcación</u>	.666	.000
<u>Distancia Húmero - Flexura del Codo</u>	.470	.020
<u>Distancia Húmero - Entrecruzamiento</u>	.540	.005

4.4. POSICIÓN FIBRAS SENSITIVAS-MOTORAS DEL NERVIO RADIAL A NIVEL DEL BRAZO

Los resultados obtenidos sobre la posición topográfica de las fibras sensitivas y motoras del nervio radial a nivel del brazo se demuestran en la tabla 10 y 11, donde como se puede ver es en todos los casos igual.

Tabla 10. Situación topográfica de los ramos nerviosos sensitivos. (Fig. 42)

10A. Brazo Derecho

CADAVER	BRAZO DERECHO – POSICIÓN FIBRAS SENSITIVAS		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
2	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
3	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
4	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
5	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
6	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
7	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
8	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
9	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
10	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
11	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
12	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
13	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
14	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
15	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
16	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

RESULTADOS

17	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
18	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
19	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
20	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
21	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
22	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
23	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
24	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
25	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

10B. Brazo Izquierdo

CADAVER	BRAZO IZQUIERDO		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
2	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
3	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
4	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
5	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
6	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
7	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
8	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
9	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
10	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
11	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
12	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
13	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

RESULTADOS

14	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
15	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
16	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
17	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
18	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
19	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
20	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
21	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
22	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
23	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
24	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR
25	POSTEROLATERAL	ANTEROLATERAL	ANTERIOR

En el lado izquierdo, se demostró que la posición encontrada de las *fibras sensitivas fue posterolateral en un 100% de los casos analizados a nivel del plexo* con el miembro superior en abducción y rotación externa para su exposición a este nivel, mientras que fue *anterolateral en un 100 % de los casos analizados a nivel del brazo* con el miembro superior en adducción y rotación interna para su exposición a este nivel, y *anterior en un 100% de los casos analizados a nivel del codo* con el miembro superior en adducción y pronación para su exposición a este nivel.

En el lado derecho, se encontró una posición *posterolateral en un 100% de los casos analizados a nivel del plexo* con el miembro superior en abducción y rotación externa para su exposición a este nivel, mientras que

RESULTADOS

fue *anterolateral* en un 100% de los casos analizados a nivel del brazo con el miembro superior en adducción y rotación interna para su exposición a este nivel, y *anterior* en un 100% de los casos analizados a nivel del codo con el miembro superior en adducción y pronación para su exposición a este nivel.

De todo ello se concluye, que tanto el porcentaje válido como el porcentaje acumulativo son del 100% e iguales en ambas extremidades.

Tabla 11. Situación topográfica de los ramos nerviosos motores. (Fig. 42)

11A. Brazo Derecho

CADAVER	BRAZO DERECHO – POSICIÓN FIBRAS MOTORAS		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
2	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
3	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
4	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
5	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
6	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
7	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
8	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
9	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
10	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

RESULTADOS

11	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
12	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
13	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
14	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
15	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
16	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
17	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
18	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
19	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
20	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
21	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
22	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
23	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
24	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
25	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

11B. Brazo Izquierdo

CADAVER	BRAZO IZQUIERDO – POSICIÓN FIBRAS MOTORAS		
	PLEXO	BRAZO	CODO
1	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
2	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
3	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
4	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
5	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
6	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

RESULTADOS

7	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
8	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
9	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
10	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
11	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
12	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
13	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
14	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
15	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
16	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
17	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
18	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
19	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
20	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
21	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
22	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
23	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
24	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR
25	ANTEROMEDIAL	POSTEROMEDIAL	POSTERIOR

En el lado izquierdo, se demostró que la posición encontrada de las *fibras motoras fue anteromedial en un 100% de los casos analizados a nivel del plexo* con el miembro superior en abducción y rotación externa para su exposición a este nivel, mientras que fue *posteromedial en un 100 % de los casos analizados a nivel del brazo* con el miembro superior en adducción y rotación interna para su exposición a este nivel, y *posterior en un 100% de los casos analizados a nivel del codo* con el miembro superior en adducción y pronación para su exposición a este nivel.

En el lado derecho, se encontró una posición *anteromedial en un 100% de los casos analizados a nivel del plexo* con el miembro superior en abducción y rotación externa para su exposición a este nivel, mientras que fue *posteromedial en un 100% de los casos analizados a nivel del brazo* con el miembro superior en adducción y rotación interna para su exposición a este nivel, y *posterior en un 100% de los casos analizados a nivel del codo* con el miembro superior en adducción y pronación para su exposición a este nivel.

De todo ello se concluye, que tanto el porcentaje válido como el porcentaje acumulativo son del 100% e iguales en ambas extremidades (Fig. 42).

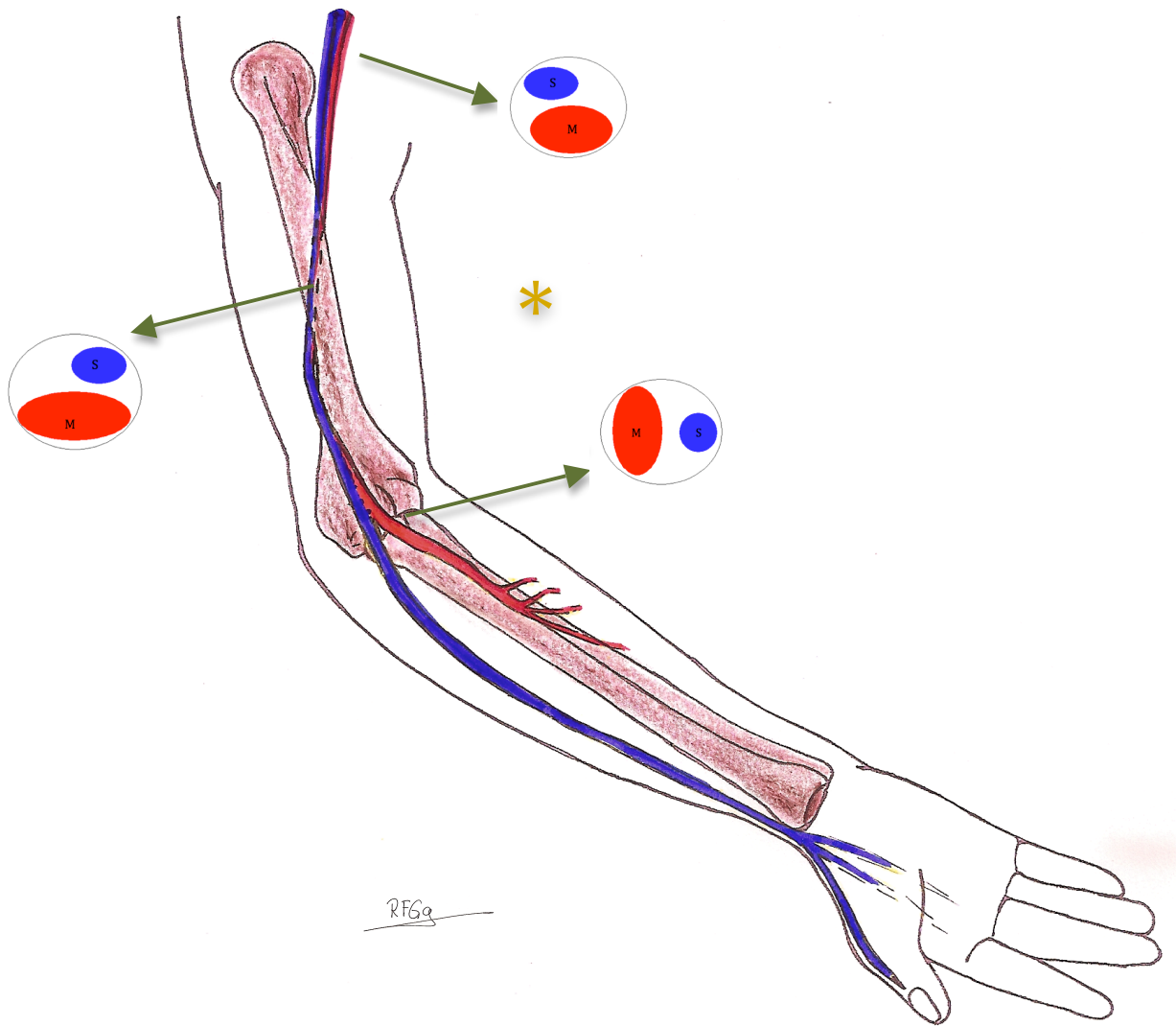


Fig.42. Distribución fascicular de los ramos motores (rojo) y sensitivos (azul) del nervio radial. Simulación en brazo derecho. Posición: Codo en flexión de 30° y Antebrazo en supinación.

* En nervio radial ejerce una rotación interna de 90° en su recorrido.

DISCUSIÓN

5. DISCUSION DE RESULTADOS

El nervio radial constituye uno de las ramas terminales del plexo braquial, siendo el principal responsable de la inervación de la musculatura extensora del brazo y antebrazo, además de proveer la sensibilidad de la cara lateral del brazo.

En nuestro estudio tomamos como referencia el origen del nervio a partir del plexo y la subdivisión distal de los componentes motor y sensitivo a nivel del antebrazo. Consideramos que su origen plexal es una buena referencia quirúrgica para localizar la disposición de las fibras motoras que darán origen a los ramos motores del músculo tríceps.

Las técnicas microquirúrgicas actuales que se utilizan en el proceso de neurotización recomiendan una serie de principios a tomar en cuenta. Uno de ellos es realizar la anastomosis lo más cerca del músculo receptor¹¹⁹. Por otra parte, en lesiones del nervio radial, ya sea por lesiones traumáticas directas que produzcan secciones o neuromas, podría ser importante tener en cuenta la disposición de los ramos motores y sensitivos. Por ello, al obtener las distintas longitudes-distancias indicadas y la posición anatómica de la rama motora, proporciona una referencia anatómica importante a la hora de tratar lesiones para realizar anastomosis nerviosas evitándose la pérdida de axones al inervar el ramo motor. El fallo al dirigir las fibras motoras a fibras sensitivas y sensitivas a motoras es responsable en parte, de los pobres resultados después de realizar reparaciones de nervios periféricos. Así pues, en un estudio experimental en ratas realizado por Bertelli y cols¹²⁰, se provocó una avulsión en la raíz C5. Posteriormente, se conectó la raíz ventral de C4 al nervio musculocutáneo por medio de injerto sural. Al utilizar esta técnica, fueron capaces de aumentar los axones motores en regeneración evitando el crecimiento de axones

sensitivos. Se demostró histológicamente y electrofisiológicamente una recuperación cercana a las propiedades electrofisiológicas normales, además de observar una hiperreinnervación motora del musculocutáneo. Concluyeron que este alto grado de reinervación en un injerto largo se atribuye a una buena oportunidad de que una fibra muscular sea reinervada por neuronas motoras en regeneración, primero porque el número de motoneuronas en regeneración es elevado, y segundo, porque las fibras sensoriales competitivas han sido eliminadas. Una vez más queda patente la importancia de conocer la situación anatómica de los ramos motores del nervio intervenido al procederse a la anastomosis y/o injerto.

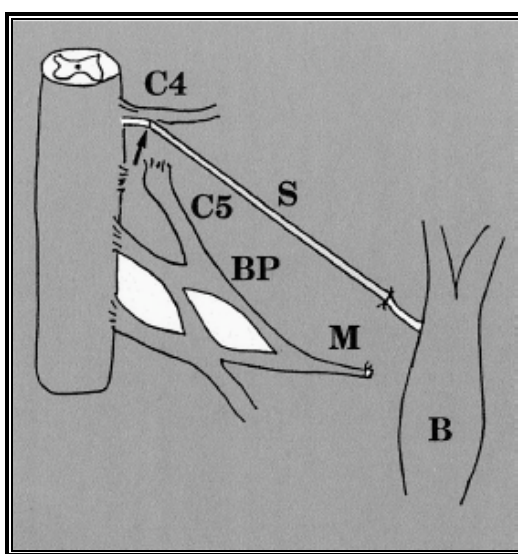


Fig. 43. *Anastomosis experimental C4 – Músculocutáneo realizada por Bertelli (Bertelli J, Mira J, Pecot-Dechavassise M, Seville A. Selective motor hiperreinnervation using motor rootlet transfer: an experimental study in rat brachial plexus. J Neurosurg. 1997; 87: 79-84).*

De los datos e imágenes obtenidos en el procedimiento microquirúrgico realizado, se concluye que la disposición más frecuente de los distintos

componentes nerviosos del nervio radial es que a nivel de su salida plexal las fibras sensitivas serían las situadas en una disposición superior o supero-posterior, mientras que las motoras serían las inferiores (Fig. 44 y 45).

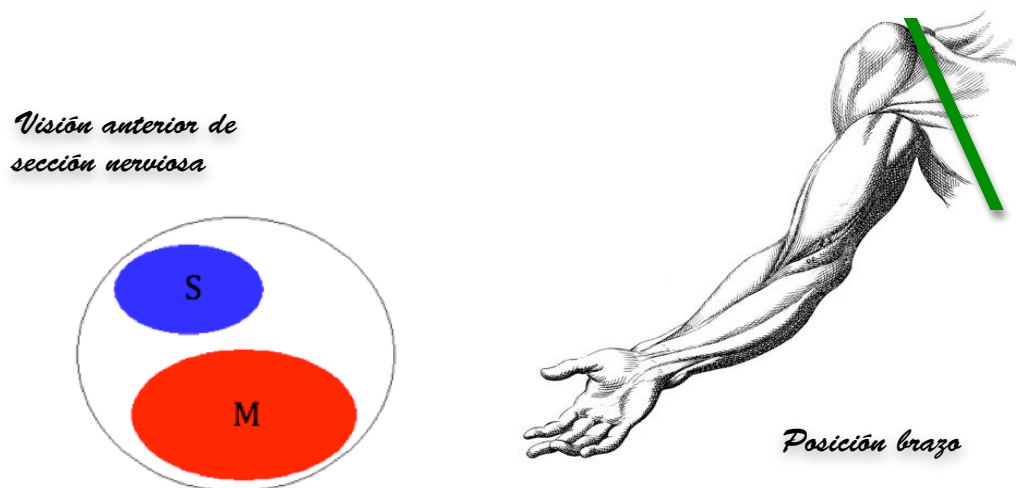


Fig. 44. Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión lateral de nervio radial en salida plexal del brazo derecho).



Fig. 45. Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor en su salida del plexo braquial (brazo derecho).

Siguiéndose el nervio radial en su recorrido, se evidencia que una vez el nervio radial alcanza el tercio medio del antebrazo, la disposición de fibras nerviosas puede asemejarse a la resultante de una rotación interna del nervio radial de unos 30 grados, dada la disposición más anterior y lateral del componente sensitivo en su descenso humeral (Fig. 46 y 47).

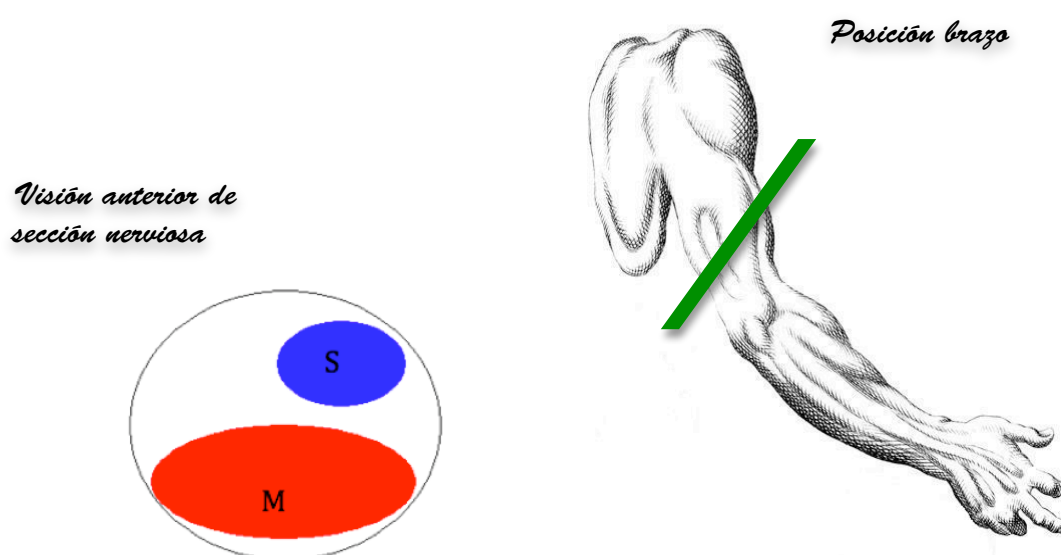


Fig. 46. Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión inferior de nervio radial cortado en tercio medio de brazo derecho).



Fig. 47. Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor a nivel del brazo (brazo derecho).

Continuándose la microdissección del nervio radial, es a nivel del tercio medio-tercio distal del brazo, donde se objetivó el mayor número de entrecruzamientos interfasciculares. Dichos entrecruzamientos fueron hallados en todos los cadáveres y tienen lugar tanto del componente motor al sensitivo como del sensitivo al motor. Éstos tenían como localización distal más frecuente su hallazgo a 6,78 – 6,92 cm (media) \pm 1,58 – 1,91 cm (desviación típica) cm desde la salida lateral del hueso húmero. En el momento de su hallazgo en el nivel señalado por disección retrógrada, dicha disección interfascicular se continuaba más proximalmente a nivel del tercio medio del brazo, segmento en el cual dicho procedimiento era más fácilmente realizable. Así pues con los segmentos proximal y distal disecados, es cuando se procede a la individualización de los distintos entrecruzamientos obteniéndose en la mayoría de los casos un trayecto en el que se puede observar los distintos cruces. Es el momento en el que la disección se vuelve aun más meticulosa con el objetivo de dilucidarse igualmente su orientación y origen (Fig. 48 y 49).

Así pues, una vez realizada la microdissección de ese trayecto de entrecruzamiento, se observaron dos niveles de entrecruzamiento en 12 cadáveres, en tres niveles en 3 miembros, y un nivel en los 35 miembros restantes.

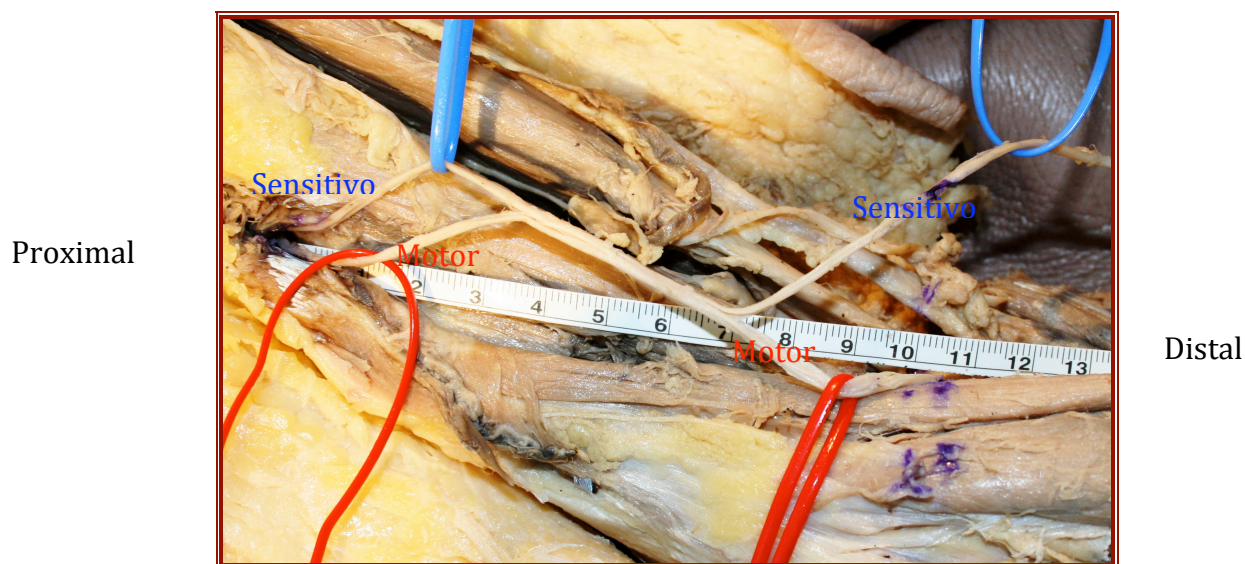


Fig. 48. Trayecto de entrecruzamiento previo a microdissección (brazo derecho).

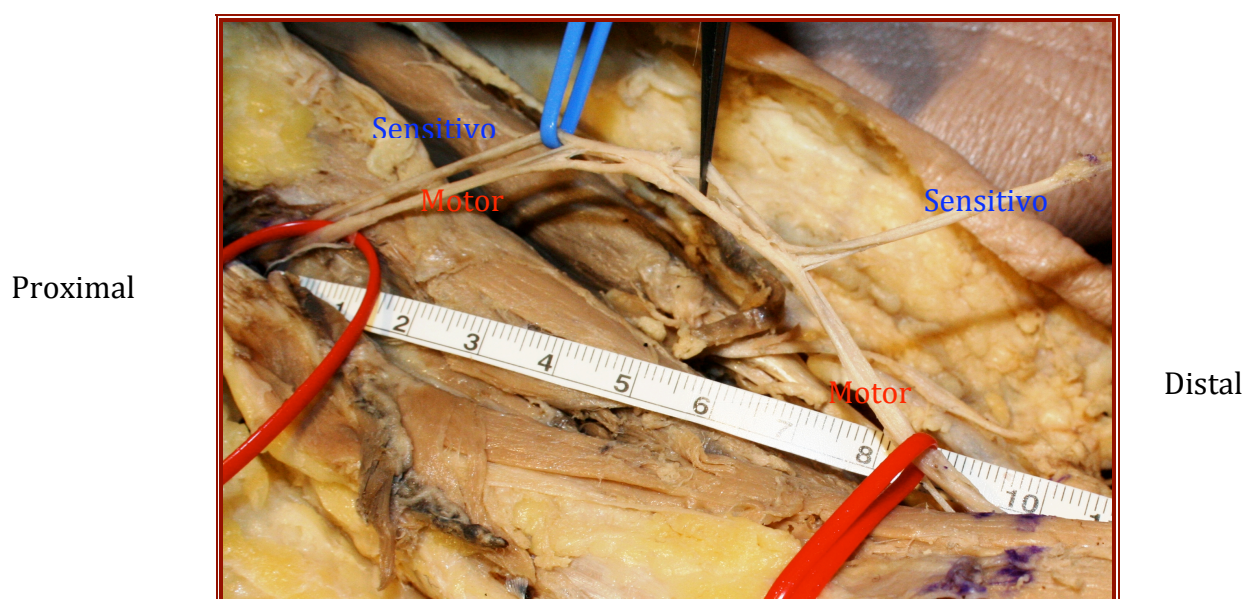


Fig. 49. Trayecto de entrecruzamiento microdisecado objetivándose tres niveles de cruce (brazo derecho).

Finalmente, una vez alcanzada a la articulación del codo es cuando las fibras nerviosas se disponen de tal manera que llegarán a individualizarse en el ramo interóseo posterior y el ramo nervioso radial superficial. Topográficamente, se evidencia que las fibras sensitivas se han dispuesto anteriormente, mientras que las motoras lo han hecho posteriormente (Fig. 51 y 52). De todo ello, lo que se concluye es que el nervio radial en su recorrido ejerce una rotación interna de aproximadamente 90 grados (Fig. 53).

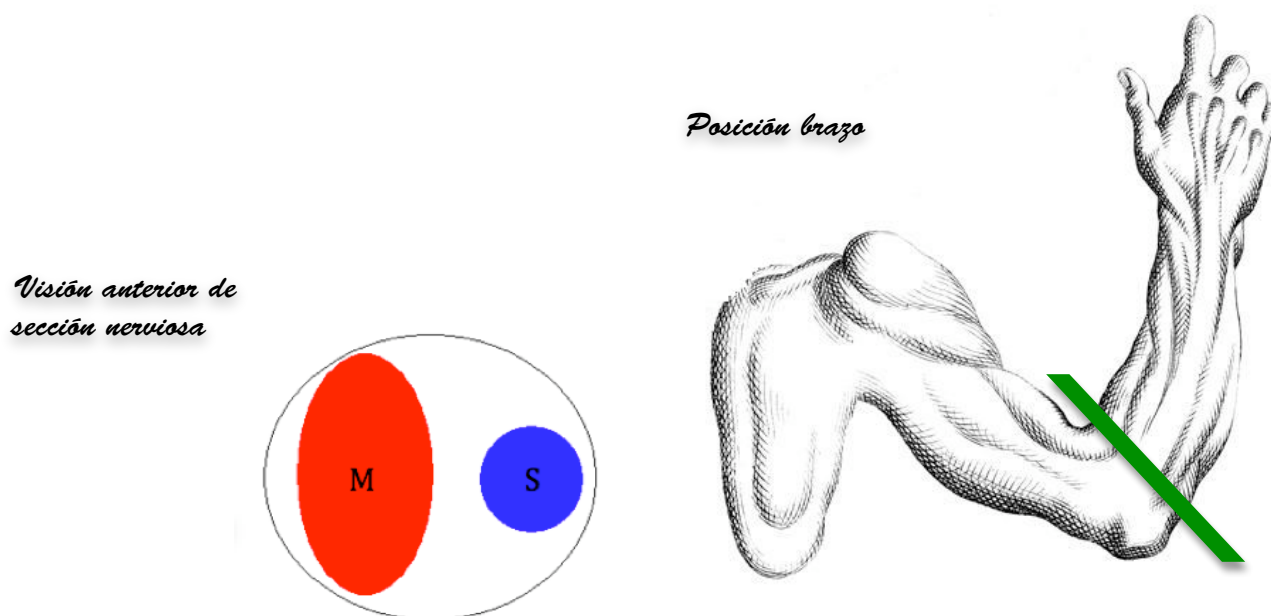
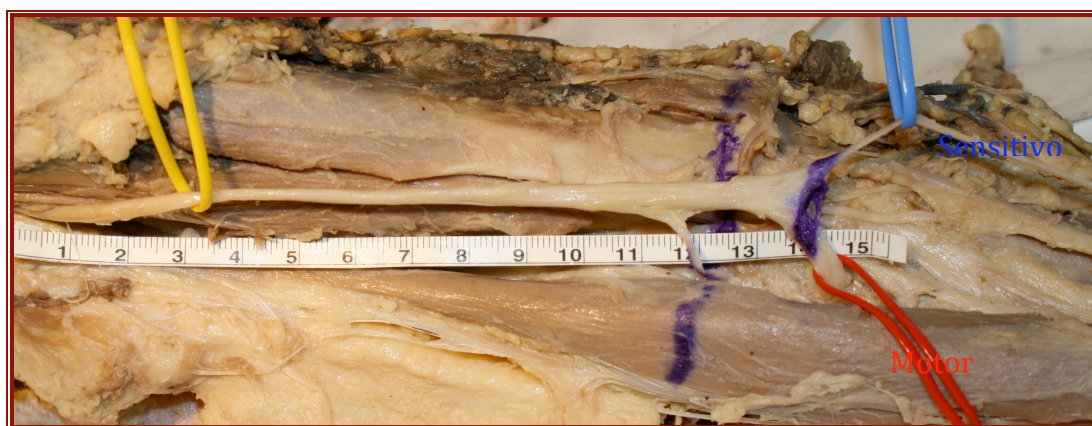


Fig. 50. Simulación de la disposición topográfica intranerviosa de los fascículos sensitivo y motor (visión inferior de nervio radial cortado a nivel del codo en brazo derecho).

Proximal



Distal

Fig. 51. Puesta en evidencia en cadáver de la rotación interna del nervio radial (brazo derecho).

Proximal



Distal

Fig. 52. Hallazgo en cadáver de la disposición de los fascículos sensitivo y motor a nivel del codo (brazo derecho).

Entendiéndose, por tanto, la disposición de los fascículos sensitivos-motores del nervio radial en todo su recorrido, respetaremos y reforzaremos la tendencia actual de realizarse las anastomosis-injertos nerviosos lo más proximalmente a la placa motora muscular para obtenerse un mejor resultado. Es decir, mediante este conocimiento se optimiza la reinervación-conducción nerviosa al poderse afrontar los fascículos oportunos (motor-motor; sensitivo-sensitivo).

Este patrón predecible de anastomosis-reinervación radial tras la identificación de las fibras motoras-sensitivas demuestra y sustenta la posibilidad de transferencia de nervios redundantes a los componentes motores del nervio radial como una nueva opción terapéutica a niveles distales (antebrazo y mano).

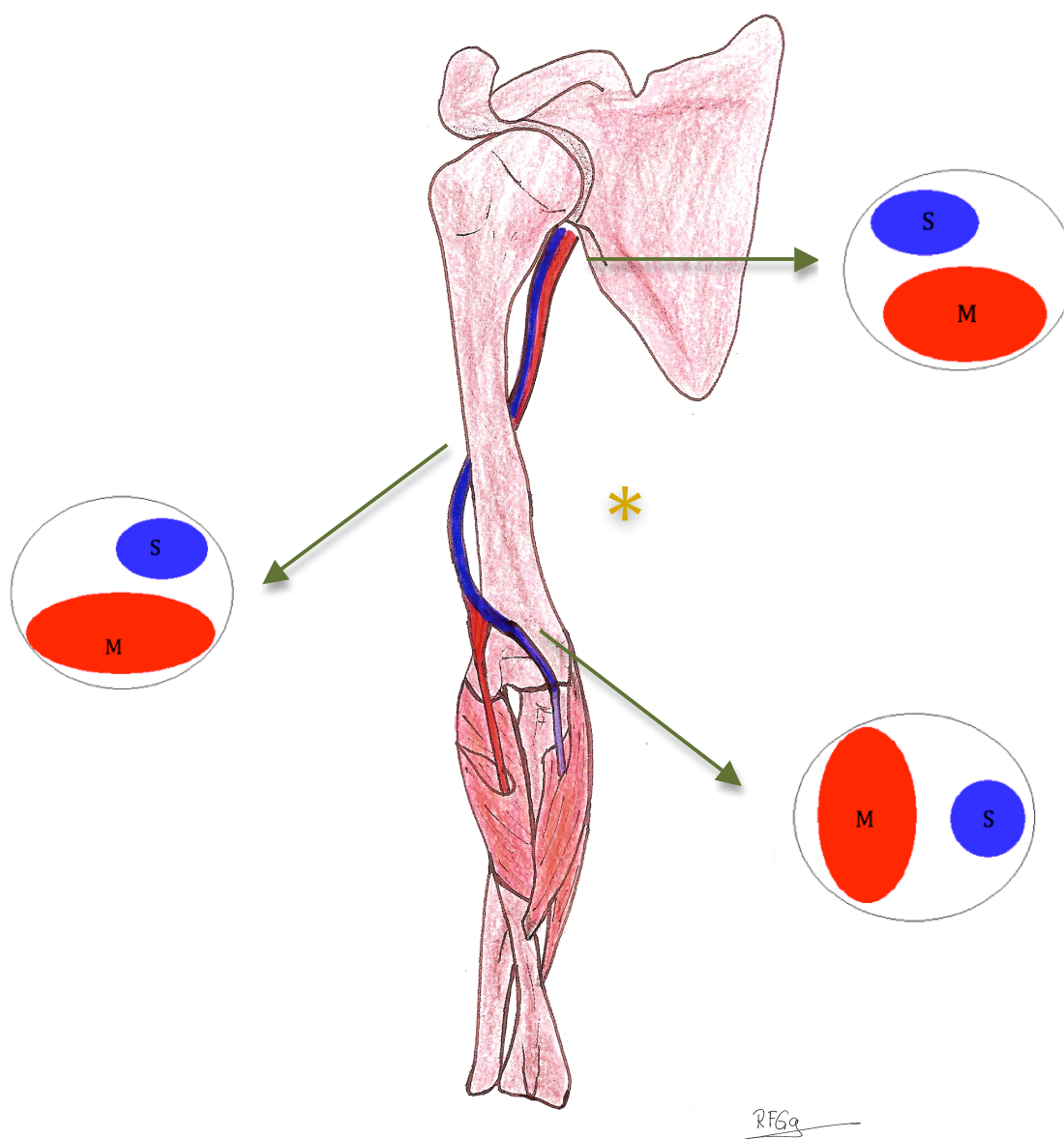


Fig. 53. Distribución fascicular de los ramos motores y sensitivos del nervio radial. Simulación en brazo derecho. Posición: Codo en extensión completa y Antebrazo en pronación.

* El nervio radial ejerce una rotación interna de 90° en su recorrido.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

Una vez realizadas todas las mediciones y determinada la posición anatómica en el estudio, se concluye que:

1. La posición anatómica del ramo motor respecto del ramo sensitivo en el nervio radial a nivel del antebrazo, en adducción y pronación, es *posterior*. A nivel del brazo, en adducción, es *posteromedial*. Y a nivel del plexo braquial, en abducción, es *anteromedial* en el 100 % de los casos, de lo cual se deduce que el nervio radial sufre una rotación interna de 90 grados en su recorrido.
2. La distancia media desde la salida lateral del nervio radial de la cara postero-lateral del húmero (cruce del nervio radial de cara interna a externa) hasta el nivel más distal de interconexiones interfasciculares es de $6,92 \pm 1,91$ cm para el brazo derecho y de $6,78 \pm 1,58$ cm para el brazo izquierdo.
3. La distancia media desde la salida lateral del nervio radial de la cara postero-lateral del húmero hasta el nivel de la articulación del codo es de $12,81 \pm 1,62$ cm para el brazo derecho y de $12,52 \pm 1,74$ cm para el brazo izquierdo.
4. La distancia media desde la salida lateral del nervio radial de la cara postero-lateral del húmero hasta el nivel más de división del nervio radial en sus dos ramos terminales, superficial e interóseo posterior, es de $12,78 \pm 1,95$ cm para el brazo derecho y de $12,84 \pm 2,05$ cm para el brazo izquierdo.

5. Dada la localización posterior-medial-inferior (antebrazo-brazo-plexo) del componente motor del nervio radial, en caso de requerirse neurotización o injerto nervioso en cualquiera de sus niveles el nervio a utilizar se puede dirigir exactamente a esa subdivisión motora.

RESUMEN

7. RESUMEN

La lesión del nervio radial puede provocar en regiones puntuales como la axila una afectación de la extensión del brazo y de la mano principalmente. Independientemente de las lesiones del plexo, el nervio radial puede verse involucrado por patologías traumáticas y tumorales a lo largo de su recorrido.

La lesión traumática de cualquier nervio supone un déficit funcional importante, que por sus implicaciones funcionales en la persona, puede considerarse devastadora. Esto no sólo implica el aspecto funcional sino también el estético y psicológico sobre el paciente. Los mecanismos de lesión son producidos principalmente en accidentes de tráfico aunque existen otros tipos de lesiones provocadas por tumores, irradiación, compresión así como heridas penetrantes por arma blanca o de fuego. Dichas lesiones se traducen en una afectación de ciertos grupos musculares inervados por los ramos que parten del plexo braquial. El tratamiento puede ser de dos tipos: el conservador y el quirúrgico. Dentro del tratamiento quirúrgico se realizan injertos, reparaciones directas del nervio afectado y transferencias nerviosas o neurotización. Para ello se utilizan diferentes nervios para realizar “puentes” nerviosos y así poder restaurar la innervación perdida.

El nervio radial inerva los siguientes músculos: tríceps, ancóneo, supinador largo y corto, extensor radial del carpo longus y brevis, braquial anterior, braquiorradial, extensor común de los dedos, extensor propio del 2º y 5º dedos, extensor cubital del carpo, abductor largo del pulgar y

extensor corto del pulgar. Dicha musculatura es importante en los movimientos de extensión del antebrazo, siendo el músculo tríceps el principal extensor del antebrazo. La posición anatómica respecto al ramo sensitivo no se había estudiado anteriormente, con el fin de identificarlo en el momento de realizarse una anastomosis, y aprovechar más el componente motor de los nervios que transferimos a este nervio ya que se perderían muchos axones motores si se anastomosaran al fascículo sensitivo.

La disposición de los fascículos motores y sensitivos es primordial a la hora de valorar neurotizaciones o injertos termino-terminales.

El presente trabajo se basa en un estudio anatómico-topográfico para localizar y poder obtener una posición objetiva del ramo motor del nervio radial en el humano, así como su longitud desde su salida en la cara postero-lateral del húmero hasta la separación de ambos fascículos. Para dicho estudio hemos estudiado la disposición de estos fascículos en 50 nervios de 25 cadáveres, disecando el nervio radial en su recorrido, desde el nivel humeral –lugar de paso del nervio radial al cruzarse de medial a lateral– hasta la división de sus ramos o fascículos motores y sensitivos en el antebrazo, y medido la distancia desde la salida en la vertiente postero-lateral del húmero hasta la separación de su rama motora y sensitiva terminales en ambas extremidades, así como determinar la posición del fascículo motor respecto del sensitivo en todo su trayecto. La distancia desde la salida postero-lateral del húmero hasta el codo fue de $12,52 \pm 1,74$ cm (Media \pm Desviación Típica) y hasta la división terminal fue de $12,84 \pm 2,05$ cm

para el lado izquierdo, y de $12,81 \pm 1,62$ cm y $6,78 \pm 1,95$ cm respectivamente para el lado derecho. La posición del ramo motor respecto del ramo sensitivo fue anterior-medial-posterior, desde su origen hasta la separación definitiva de ambos ramos, tanto del lado derecho como del izquierdo.

BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFIA

1. Belzberg A, Dorsi M, Storm P, Moriarity J. Surgical repair of brachial plexus injury: a multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons. *J Neurosurg* 2004; 101: 365-374
2. Frank H. Netter. *Atlas of Human Anatomy*. Rittenhouse Book Distributors Inc.; 2nd edition. 1997.
3. Witoonchart K, Leechavengvongs S, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P, Wongnopsuwan V. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. *J Hand Surg [Am]*. 2003 Jul; 28(4):628-32.
4. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of 7 cases. *J Hand Surg [Am]*. 2003 Jul; 28(4):633-8. Review.
5. Mackinnon SE, Roque B, Tung TH. Median to radial nerve transfer for treatment of radial nerve palsy. Case report. *J Neurosurg*. 2007;107(3):666-71
6. Lowe JB, Tung TR, Mackinnon SE. New surgical option for radial nerve paralysis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2002; 110(3):836-843.
7. Prasarthitha T, Liupolvanish P, Rojanakit A. A study of the posterior interosseous nerve and the radial tunnel in 30 Thai cadavers. *J Hand Surg* 1993; 1A:107-12.

8. Kirigi Y, Irmak MK. Investigation of two possible compression sites of the deep branch of the radial nerve supply of the extensor carpi radialis brevis muscle. *Neurol Med Chir* 2004; 44: 14-9.
9. Thomas SJ, Yakin DE, Parry BR, Lubahn JD. The anatomical relationship between the posterior interosseous nerve and the supinator muscle. *J Hand Surg* 2000; 25A: 936-41.
10. Fush FK, Wurzl GH. Radial nerve entrapment at the elbow: surgical anatomy. *J Hand Surg* 1991; 16A: 742-7.
11. Tubbs RS, Loukas Marios, Shahid Kameron, Judge Tanya, Pinyard Jeremy. Anatomy and quantitation of the subscapular nerves. *Clinical Anatomy* 2007; 20:656-659.
12. Roles NC, Mandsley RH. Radial tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg* 1972; 54B: 499-508.
13. Sponseller BD, Engber ND. Double-entrapment radial nerve compression. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A: 1854-78.
14. Huanmanop T, Agthong S, Luengchawapong K, Sasiwongpakdee T. Anatomic characteristics and surgical implications of the superficial radial nerve. *J Med Assoc Thai*. 2007; 90(7):1423-9.
15. Mackinnon SE, Dellon AL. The overlap pattern of lateral antebrachial cutaneous nerve and the superficial branch of the radial nerve. *J Hand Surg Am* 1985; 10(4):522-6.
16. Barton NJ. Radial nerve lesions. *Hand* 1973; 5:200.
17. Samardzic, M., Grujicic, D., and Milinkovic, Z. B. Radial nerve lesions associated with fractures of the humeral shaft. *Injury* 1990; 21: 220.

18. Mast, J. W., Spiegel, P. G., Harvey, J. P., Jr., and Harrison, C. Fractures of the humeral shaft: A retrospective study of 240 adult fractures. *Clin. Orthop.* 1975; 112: 254.
19. Holstein, A., and Lewis, G. B. Fracture of the humerus with radial-nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1963 Oct;45:1382-8.
20. Bateman, J. E. *Trauma to Nerves in Limbs.* Philadelphia: Saunders, 1962. P. 291.
21. Morris, A. H. Irreducible Monteggia lesion with radial nerve entrapment: A case report. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 2001; 56: 1744.
22. Kettelkamp, D. B., and Alexander, H. Clinical review of radial nerve injury. *J. Trauma* 1997; 7: 424.
23. Moon, N., and Marmor, L. Periosteal lipoma of the proximal part of the radius. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1964; 46: 608.
24. Nielsen, H. O. Posterior interosseous nerve paralysis caused by fibrous band compression at the supinator muscle: A report of four cases. *Acta Orthop. Scand.* 1976; 47:304.
25. Barber, K. W., Jr., Bianco, A. J., Jr., Soule, E. H., and McCarty, C. S. Benign extraneural soft-tissue tumors of the extremities causing compression of nerves. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1962; 44: 98.
26. Manske, P. R. Compression of the radial nerve by the triceps muscle: A case report. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1977; 59: 835.
27. Spinner, M. The arcade of Frohse and its relationship to posterior interosseous nerve paralysis. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1968; 50: 809.
28. Mackinnon, S., and Dellon, A. L. *Surgery of the Peripheral Nerve.* New York: Thieme, 1988.

29. Marmor, L., Lawrence, J. F., and Dubois, E. L. Posterior interosseous nerve palsy due to rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1967; 49: 381.
30. Popelka, S., and Vainio, K. Entrapment of the posterior interosseous branch of the radial nerve in rheumatoid arthritis. *Acta Orthop. Scand.* 1974; 45: 370.
31. Weinberger, L. M. Non-traumatic paralysis of the dorsal interosseous nerve. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1939; 69: 358.
32. Sharrard, W. J. Posterior interosseous neuritis. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1966; 48: 777.
33. Sunderland, S. *Nerve and Nerve Injuries.* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1968.
34. Burkhalter, W. E. Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. *Clin. Orthop.* 1974; 104: 68.
35. Sunderland, S. Traumatic injuries of the peripheral nerves: I. Simple compression of the radial nerve. *Brain* 1945; 68: 56.
36. Bevin, A. G. Early tendon transfer for radial nerve transection. *Hand* 1976; 8: 134.
37. Kruff, S., von Heimburg, D., and Reill, P. Treatment of irreversible lesion of the radial nerve by tendon transfer: Indication and long-term results of the Merle d'Aubigne. *Plast Reconstr Surg.* 1997 Sep;100(3):610-6; discussion 617-8.
38. Aktan Z, Ozturk L, Bilge O, Ozer M. A cadaveric study of the anatomic variations of the brachial plexus nerves in the axilar region and arm. *Turk J Med Sci* 2001; 31:1-4.

39. Hawai H. 1992. Anatomy of the brachial plexus.
http://www.worldscibooks.com/medsci/etextbook/3477/3477_chap1.pdf
40. Gutmann E. Effect of delay of innervation on recovery of muscle after nerve lesions. J Neurophysiol 1948; 11:277.
41. Moore K. Anatomía con orientación clínica, tercera edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España 1999; 574-575.
42. Williams P, Warwick R. Gray's anatomy 37th edition. Churchill Livingstone. London, United Kingdom 1989; 1132.
43. Kim D, Murovic J, Tiel R, Kline D. Infraclavicular brachial plexus stretch injury. Neurosurgical Focus 2004; 16 (5):E4.
44. Carvalho G, Nikhlaan G, Mathies C, Samii M. Diagnosis of root avulsion in traumatic brachial plexus injuries: value of computerized tomography, mielography and magnetic resonance. J Neurosurg 1997; 86: 69-76.
45. Dumontis C, Gilbert A. Traumatic plexus palsy in children. Ann Chir Main 1990; 90: 351-357.
46. Gabriel E, Villavicencio A, Friedman A. Evaluation and surgical repair of brachial plexus injuries. Semin Neurosurgery 2001; 12: 29-48.
47. Laurent J, Lee A, Shenaq S, Parke J. Neurosurgical correction of upper brachial plexus birth injuries. J Neurosurg 1993; 79: 197-203.
48. Penkert G, Carbalho G, Nikkhal G, Samil M. Surgical management of traumatic brachial plexus injuries. Clin Neurol Neurosurg 1997; 99:1-8.
49. Rankine J. Adult traumatic brachial plexus injury. Clinical Radiology 2004; 59:767-774.

50. Sschmidek H. Operative neurosurgical techniques 4th edition. Philadelphia, USA. W.B. Saunders Company, 2000; 2348-2349.
51. Terzis J, Pakonstantinous K. The surgical treatment of brachial plexus injuries in adults. Plastic Reconstr Surg 2000; 106: 1097-1124.
52. Verkis M, Soucacos P. Post traumatic brachial plexus paralysis: current management of reconstruction. Current Orthop 2001; 15: 76-83.
53. Spinner R, Shin A. Update on brachial plexus surgery in adults. Current Opin Orthop 2004; 15: 203-214.
54. O'Brien JP, Mackinnon SE, MacLean AR, et al. A model of chronic nerve compression in the rat. Ann Plast Surg 1987;19:430-5
55. Lundborg G. Nerve injury and repair. New York: Churchill Livingstone; 1988.
56. Upton ARM, McComas AJ. The double crush in nerve-entrapment syndromes. Lancet 1973;2:359-62.
57. Dellon AL, Mackinnon SE. Radial sensory nerve entrapment in the forearm. J Hand Surg 1986;11A:199-205.
58. Spinner M. The arcade the Frohse and its relationship to posterior interosseous nerve paralysis. J Bone Joint Surg 1968;50B:809-12.
59. Spinner R, Amadio P. Compressive neuropathies of the upper extremity. Clin Plastic Surg 2003; 30:155-173.
60. Maggi SP, Lowe III JB, Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve injury. Clin Plastic Surg 2003; 30:109-126.
61. Lister GD, Belsoe RB, Kleinert HE. The radial tunnel syndrome. J Hand Surg 1979;4:52-9.

62. Roles NC, Maudsley RH. Radial tunnel syndrome: resistant tennis elbow as a nerve entrapment. *J Bone Joint Surg* 1972;54B:499-508.
63. Kline, D., and Hudson, A. *Nerve Injuries: Operative Results for Major Nerve Injuries, Entrapments, and Tumors*, 1st Ed. Philadelphia: Saunders, 2001.
64. Dharapak, C., and Nimberg, G. A. Posterior interosseous nerve compression: Report of a case caused by traumatic aneurysm. *Clin. Orthop.* 1974; 101: 225.
65. Acciarri N, Davalli C, Poppi M, Scoto S, Staffa G. Interruption of the radial nerve at proximal level: reconstruction following anterior transposition. *Chir Organi Mov.* 1998;83(4):435-40
66. Goubier, Jean-Noel PhD; Teboul, Frederic MD. Transfer of the Intercostal Nerves to the Nerve of the Long Head of the Triceps to Recover Elbow Extension in Brachial Plexus Palsy. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery* 2007; 11(2):139-141.
67. Lowe JB, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg.* 2002 Sep 15;110(4):1099-113.
68. Moon, N., and Marmor, L. Perosteal lipoma of the proximal part of the radius. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1964; 46: 608.
69. Barber, K., Bianco, A., Soule, E., and MacCarty, C. Benign extraneural soft-tissue tumors of the extremities causing compression of nerves. *J. Bone Joint Surg. (Am.)* 1962; 44: 98.
70. Richmond, D. Lipoma causing a posterior interosseous nerve lesion. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1953; 35: 83.

71. Capener, N. The vulnerability of the posterior interosseous nerve of the forearm: A case report and an anatomical study. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1966; 48: 770.
72. Sharrard, W. Posterior interosseous neuritis. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1966; 48: 777.
73. Bowen, T. L., and Stone, K. H. Posterior interosseous nerve paralysis caused by a ganglion at the elbow. *J. Bone Joint Surg. (Br.)* 1966; 48: 774.
74. Sunderland S. The intraneural topography of the radial, median and ulnar nerves. *Brain* 1945;68:243-99.
75. Mackinnon, S., and Dellon, A. L. *Surgery of the Peripheral Nerve*. New York: Thieme, 1988.
76. Jabaley ME, Wallace WH, Heckler FR. Internal topography of major nerves of the forearm and hand: a current view. *J Hand Surg (Am)* 1980;5:1-18.
77. Williams HB, Jabaley ME. The importance of internal anatomy of the peripheral nerves to nerve repair in the forearm and hand. *Hand Clin* 1986;2:289-707.
78. Ygge J. Neuronal loss in lumbar dorsal root ganglia after proximal compared to distal sciatic nerve resection: a quantitative study in the rat. *Brain Res* 1989; 478:193-5.
79. Winograd J, Mackinnon S. Peripheral nerve injuries: repair and reconstruction. In: Mathis S, Hentz VR, editors. *Plastic surgery*. Philadelphia: Elsevier and Saunders; 2003: 123-130.
80. Sunderland S. *Nerves and nerve injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978.

81. Sunderland S. Denervation changes in mammalian striated muscle. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1950; 13:159.
82. Aird RB, Naffzinger HC. The pathology of human striated muscle following denervation. *J Neurosurg* 1953; 10:216-27.
83. Shenaq S, Kim J, Anmert A, Nath T, Cheng E, Jedisiak A. The surgical treatment of obstetric brachial plexus palsy. *Plastic Reconstr Surg* 2004; 13: 54-67.
84. Dubuisson M, Kline D. Brachial plexus injury: a survey of 100 consecutive cases from a single service. *Neurosurgery* 2002; 51: 673-683.
85. Kandenwein J, Kritschnet T, Engelhart M, Tator C, Roger W, Kline D. Surgical interventions for traumatic lesions of the brachial plexus: a retrospective study of 134 cases. *J Neurosurg* 2005; 103: 614-621.
86. Kim D, Yong C, Tiel R, Kline R, Kline D. Outcomes of surgery in 1019 brachial plexus lesions treated at Louisiana State University Health Science Center. *J Neurosurg* 2003; 98: 1005-1016.
87. Malessy M, Bakker B, Dekker J, Pert Van Dijk J, Thomeer R. Functional magnetic resonante imagin and control over the biceps muscle after intercostal musculocutaneous nerve transfer. *J Neurosurg* 2003; 98: 261-268.
88. Midha R. Nerve transfer for severe braquial plexus injuries: a review. *Neurosurgery Focus* 2004; 16: 1-14.
89. Shin A, Spinner R, Bishop A. Nerve transfer for brachial plexus injuries. *Operative techniques in orthopaedics* 2004; 14: 199-212.
90. Stewart M, Birch R. Penetrating missile injuries of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg* 2001; 88: 517-525.

91. Thomeer R, Malessy M. Surgical repair of brachial plexus injury. *Clin Neurol Neurosurg* 1993; 95:65-72.
92. Tomanino M. Non obstetric brachial plexus injuries. *J Am Soc Surg Hand* 2001; 1: 135-153.
93. Verkis M, Benis A, Koromplilias A. Elbow flexion reanimation via musculocutaneous neurotisation in brachial plexus palsy: preliminary results. *J Bone Joint Surg* 2004; 86: 1-7.
94. Kim D, Murovic J, Tiel R, Kline D. Mechanisms of injury in operative brachial plexus lesion. *Neurosurg Focus* 2004, 16 (5):E4.
95. Millesi H: Nerve grafting. *Clin Plast Surg* 1984; 11:105–113.
96. Pluchino F, Luccarelli G: Interfascicular suture with nerve autografts for median, ulnar and radial nerve lesions. *Ital J Neurol Surg* 1981; 2:139–146.
97. Fess E: Documentation: Essential elements of an upper extremity assessment battery, in Hunter JM, Schneider LH, Macklin EJ, Callaghan N (eds): *Rehabilitation of the Hand*. 2nd ed. St. Louis, CV Mosby, 1984, pp 49–78.
98. Omer GE: Report of the committee for evaluation of the clinical result in peripheral nerve injury. *J Hand Surg* 1983; 8:754–758.
99. Seddon H: *Surgical Division of the Peripheral Nerves*. 2nd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1975, pp 299–310.
100. Bechtol CO: Grip test. The use of a dynamometer with adjustable handle springs. *J Bone Joint Surg [Am]* 1954; 36-A:820–824.
101. Michon J, Moberg E: *Les Le'sions Traumatiques des Nerfs Pe'ripheriques*. Paris, College GEM L'Expansion, 1972.

102. Sunderland S: Nerves and Nerve Injuries. 2nd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1978, pp 603–631.
103. Young MC, Hudson AR, Richards RR: Operative treatment for palsy of the posterior interosseous nerve at the forearm. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990; 72-A:1215–1219.
104. Klein DG, Hudson AR: Nerve Injuries: Operative Results from Major Nerve Injuries, Entrapments and Tumors. Philadelphia, WB Saunders, 1995. Chap. 7, pp. 147–186.
105. Mackinnon SE, Dellon AL: Surgery of the Peripheral Nerve. New York, Thieme Medical Publishers, 1998. Chap. 4, pp. 89–130.
106. Nunley J, Saies AD, Sandow MJ, Urbaniak JR. Results of interfascicular nerve grafting for radial nerve lesions. *Microsurgery* 1996 (17):431-437.
107. Hallet M. Motor cortex plasticity. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology* 1997; 103: 6-10.
108. Malee M, Thormeer R, Van Dick J. Changing central nervous system control following intercostal nerve transfer. *J Neurosurg* 1998; 89: 568-574.
109. Kanamaru A, Homurua I, Hara T. Movement related cortical source of elbow flexion in patients with brachial plexus injury after intercostal musculocutaneous nerve crossing. *Neuroscienc Letter* 1999; 274: 203-206.
110. Richter H. Cortical excitability of the biceps muscle after intercostal musculocutaneous nerve transfer. *Neurosurgery* 1998; 42: 794-780.
111. Dvali L, Mackinnon S. Nerve repair, grafting, and nerve transfers. *Clin Plastic Surg* 2003; 30:203-221.

112. Millesi H, Berger A, Meissl G. Experimentelle untersuchung zur heilung durchtrennter peripherer nerven. Chir Plast 1972;1.
113. Sunderland S. The intraneural topography of the radial, median and ulnar nerves. Brain 1945;68:243-51.
114. Chow J, Sunderland S, Van Beek A. Surgical significance of the motor fascicular group of the ulnar nerve in the forearm. J Hand Surg 1985;10:867-72.
115. Shizen Z, Xiangluo T, Muzhil L. The microsurgical anatomy of peripheral nerves. Lancaster: MTP Press; 1985.
116. Brandt K, Mackinnon S. Microsurgical repair of peripheral nerves and nerve grafts. In: Aston S, Beasley R, Thorne C, editors. Grabb and Smith's plastic surgery. 5th Edition. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. p. 79.
117. Tung, T., and Mackinnon, S. E. Flexor digitorum superficialis nerve transfer to restore pronation: Two case reports and anatomic study. J. Hand Surg. (Am.) 2001; 26: 1065.
118. Lowe, J., III, Tung, T., and Mackinnon, S. E. New surgical option for radial nerve paralysis. Plast. Reconstr. Surg. (in press).
119. Midha R. Nerve transfer for severe braquial plexus injuries: a review. Neurosurgery focus. 2004; 16: 1-14.
120. Bertelli J, Mira J, Pecot-Dechavassise M, Sebille A. Selective motor hiperreinnervation using motor rootlet transfer: an experimental study in rat brachial plexus. J Neurosurg. 1997; 87: 79-84.

